



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

NÁVRH STOKOVÉ SÍTĚ OBCE KRAHULOV

DESIGN OF THE KRAHULOV SEWER NETWORK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Fučík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN RUČKA, Ph.D.

BRNO 2017




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	B3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
PRACOVISTĚ	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDENT	David Fučík
NÁZEV	Návrh stokové sítě obce Krahulov
VEDOUCÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	Ing. Jan Ručka, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	30. 11. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016


.....
doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- [1] ČSN 01 3463 Výkresy inženýrských staveb. Výkresy kanalizace; Český normalizační institut, Praha, 3/1997.
- [2] ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky; Český normalizační institut, Praha, 4/2012.
- [3] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění novely č.62/2013 Sb.
- [4] AUTIXIER, L. et al.: Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water, Science of The Total Environment, Volume 499, 15 November 2014, Pages 238-247, ISSN 0048-9697

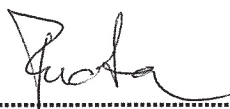
ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Student zpracuje studii odvodnění obce Krahulov v kraji Vysočina jednotnou stokovou sítí. V rámci bakalářské práce navrhne situační umístění potrubí jednotné stokové sítě v intravivánu obce, vyřeší souběhy a křížení se stávajícími inženýrskými sítěmi. Zpracuje hydrotechnickou situaci odvodněného území a podrobný podélný profil hlavního sběrače. Bakalářská práce bude obsahovat technickou zprávu, výpočtovou část a grafické přílohy.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Jan Ručka, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem technického řešení odvodnění obce Krahulov jednotnou stokovou sítí. První část práce popisuje zájmovou lokalitu. V další části se práce zabývá návrhem vhodných tras stokové sítě s ohledem na stávající inženýrské sítě. Dále jsou v práci zpracovány hydrotechnické výpočty, hydrotechnická situace odvodněného území a podrobný podélný profil kmenové stoky. Výsledný návrh může sloužit obci Krahulov jako předloha nebo jako předběžný návrh pro vypracování reálného projektu.

KLÍČOVÁ SLOVA

Krahulov, gravitační stoka, jednotná kanalizace, stoková síť, šachta, odpadní voda

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the design of a technical solution for drainage of the village Krahulov with a combined sewerage network. The first part describes the area of interest. In the next part of the thesis it deals with the design of suitable sewer network routes with respect to the existing engineering networks. The hydrotechnical calculations, the hydrotechnical situation of the dewatered area and the detailed longitudinal profile of the main drains are elaborated. The resulting proposal can serve to a general proposal or as a preliminary draft for the preparation of a real project.

KEYWORDS

Krahulov, gravity sewer, combined sewerage system, sewer network, shaft, wastewater

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

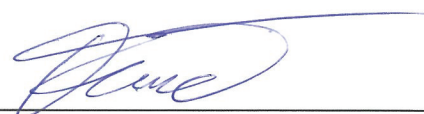
David Fučík *Návrh stokové sítě obce Krahulov*. Brno, 2017. 62 s., 94 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 6. 5. 2017



David Fučík
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi pomáhali při vypracování mé bakalářské práce. V první řadě děkuji rodině, která mi byla oporou. Dále vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Ručkovi, Ph.D. za možnost konzultací, cenné rady a připomínky. V neposlední řadě děkuji celému Ústavu vodního hospodářství obcí.

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
1.1	CÍL PRÁCE.....	11
2	POPIS LOKALITY	12
2.1	GEOGRAFICKÉ POMĚRY	12
2.2	HISTORIE OBCE	12
2.3	GEOLOGICKÉ POMĚRY	13
2.4	HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	14
2.5	HYDROLOGICKÉ POMĚRY	15
2.6	KLIMATICKÉ POMĚRY	16
2.7	DEMOGRAFICKÉ POMĚRY	16
2.8	OBČANSKÁ VYBAVENOST	16
3	STUDIE ODVODNĚNÍ OBCE KRAHULOV	17
3.1	POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	17
3.2	STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍTĚ.....	19
3.2.1	Vodovod	19
3.2.2	Plynovod	19
3.2.3	Sdělovací vedení	19
3.2.4	Elektrické vedení	19
3.3	Rešerše technických předpisů	20
3.4	Návrh tras.....	20
3.4.1	Stoka A	20
3.4.2	Stoka AA	21
3.4.3	Stoka AA-1	21
3.4.4	Stoka AA-2	21
3.4.5	Stoka AA-3	21
3.4.6	Stoka AB.....	22
3.4.7	Stoka AC.....	22
3.4.8	Stoka AD	22
3.4.9	Stoka AE.....	22
3.4.10	Stoka AE-1.....	22
3.4.11	Stoka AE-1-1	23
3.4.12	Stoka AE-1-1-1	23
3.4.13	Stoka AF	23
3.4.14	Stoka V	23
3.4.15	Výpis dotčených parcel.....	24
3.4.16	Stávající kanalizace.....	25
3.4.17	Přeložky stávajících plynovodů, připojení plynovodní přípojky.....	26
3.4.18	Přeložky stávajícího vodovodu, připojení vodovodní přípojky.....	26
3.4.19	Přeložky sdělovacího vedení.....	26

3.4.20	Přeložky elektrického vedení NN	26
3.4.21	Statické zajištění výkopu	27
3.5	MATERIÁL KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ.....	28
3.6	ULOŽENÍ KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ.....	28
3.7	OBJEKTY NA STOKOVÉ SÍTI.....	28
3.7.1	Šachty	28
3.7.2	Výpis souřadnic lomových bodů	30
3.7.3	Spadiště.....	31
3.7.4	Dešťové vpusti.....	32
3.7.5	Odlehčovací komora.....	33
3.7.6	Výustní objekt.....	34
3.8	ARMATURY NA STOKOVÉ SÍTI	34
3.8.1	Vřetenové hradítko	34
3.9	KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY	34
4	HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY	35
4.1	VÝPOČET SPLAŠKOVÝCH VOD.....	35
4.1.1	Průměrný denní průtok splaškových vod $Q_{24,m}$	35
4.1.2	Maximální hodinový průtok splaškových vod $Q_{h,max}$	35
4.1.3	Minimální hodinový průtok splaškových vod $Q_{h,min}$	35
4.1.4	Průměrný průtok balastních vod Q_B	36
4.1.5	Maximální bezdeštný průtok splaškových vod Q_h	36
4.2	VÝPOČET DEŠŤOVÝCH VOD.....	37
4.2.1	Zpracování dešťoměrných podkladů	37
4.2.2	Klasifikace zatěžovacích dešťů.....	37
4.2.3	Prostá součtová metoda	39
4.2.4	Návrhový průtok Q_N	40
4.2.5	Výpočet maximálního přítoku na čistírnu za deště	41
4.3	NÁVRH DIMENZE POTRUBÍ.....	41
4.4	POSOUZENÍ DIMENZE POTRUBÍ.....	42
4.4.1	Kapacitní průtok	42
4.4.2	Kapacitní rychlost.....	42
4.4.3	Zanášení potrubí	43
4.4.4	Vznik provzdušněného proudu	43
4.5	SOFTWARE SWMM.....	43
4.5.1	O programu SWMM.....	43
4.5.2	Simulační model stokové sítě	44
4.5.3	Výstupy.....	45
4.6	SROVNÁNÍ VÝŠE POUŽITÝCH METOD.....	51
4.7	DOBA DOTOKU	51
5	ZÁVĚR	52
6	POUŽITÁ LITERATURA.....	53

6.1	ostatní podklady	55
	SEZNAM TABULEK	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	58
	SEZNAM PŘÍLOH	61
	SUMMARY	62

1 ÚVOD

Před samotným návrhem stokové sítě bych rád popsal, čeho se tato práce týká a zároveň čeho má ve svém výsledku dosáhnout.

V této bakalářské práci se budu věnovat návrhu jednotné stokové sítě v obci Krahulov. Stoková síť bude gravitačně odvádět splaškové vody z nemovitostí a dešťové vody z blízkého okolí stokové sítě.

Práce bude po vyhotovení poskytnuta obci, které může sloužit jako předloha nebo jako předběžný návrh pro vypracování reálného projektu stokového systému v obci.

1.1 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je zpracování studie odvodnění obce Krahulov gravitační jednotnou stokovou sítí.

V první části práce je popsáno zájmové území.

Další část se zabývá popsáním stávajících inženýrských sítí a návrhem vhodných tras nové stokové sítě s ohledem na již zmíněné stávající inženýrské sítě. Jednotlivé trasy budou popsány dle žádoucích náležitostí.

Dále jsou v práci zpracovány hydrotechnické výpočty. V této části také nalezneme stručný popis softwaru Storm Water Management Model (SWMM) a také posouzení návrhu tímto simulačním modelem.

2 POPIS LOKALITY

2.1 GEOGRAFICKÉ POMĚRY

Obec Krahulov leží na Českomoravské vrchovině, která se nachází v okrese Třebíč na území kraje Vysočina. Krahulov leží 6,4 km západně od města Třebíče. Nachází se poblíž železniční trati mezi Jihlavou a Brnem. Lokalita je zobrazená na obrázku 2-1.

Obec leží v nadmořské výšce 467,00 m n. m., rozkládá se na výměře 4,89 km². Průměrná sklonitost obce je asi 4,0 %. K 1.1.2016 je v obci evidováno 269 obyvatel. [1], [2]



Obrázek 2-1 Zájmová lokalita [6]

2.2 HISTORIE OBCE

Dříve Kraluhov, Kralohof. První písemná zmínka o obci pochází z roku 1307. Krahulov byl původně samostatný zemský statek s tvrzí (zničena zřejmě za vpádu Matyáše Uherského na Moravu), ze které se jižně od kostela dochovaly valy. Počátkem 14. století drželi Krahulov páni z Jakubova. Kristofor Petrovský z Hrochova vložil roku 1499 „ves Kraluhov i s kostelním podacím“ bratřím Zdenkovi a Burjanovi z Vajdštejna a na Brtnici, od té doby Krahulov náleželo k panství brtnickému.

Od 13.11.2002 obec užívá znak a vlajku. [1]

V letech 2006–2010 působila jako starostka Jitka Vančová, od roku 2010 do roku 2014 tuto funkci zastával Jaromír Jurka, od roku 2014 funkci starosty vykonává František John. [2]

2.3 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Obec Krahulov se nachází na Českomoravské vrchovině, což je patrné z obrázku 2-2.

Na západní Moravě je významný trojúhelníkový masiv třebíčsko-meziříčský, tvořený většinou horninami syenitové povahy, což jsou hlavně žulové horniny. Českomoravská vysočina rovněž spadá do krystalinika českého jádra, které zabírá značnou část Čech a Moravy. [27]

Obec leží v oblasti moldanubické a hlavní horninou v oblasti je pararula. [3]

Převážnou část obce tvoří kambizem modální, severní část tvoří kambizem dystrická a ve východní části se vyskytuje hnědozem modální. [4]



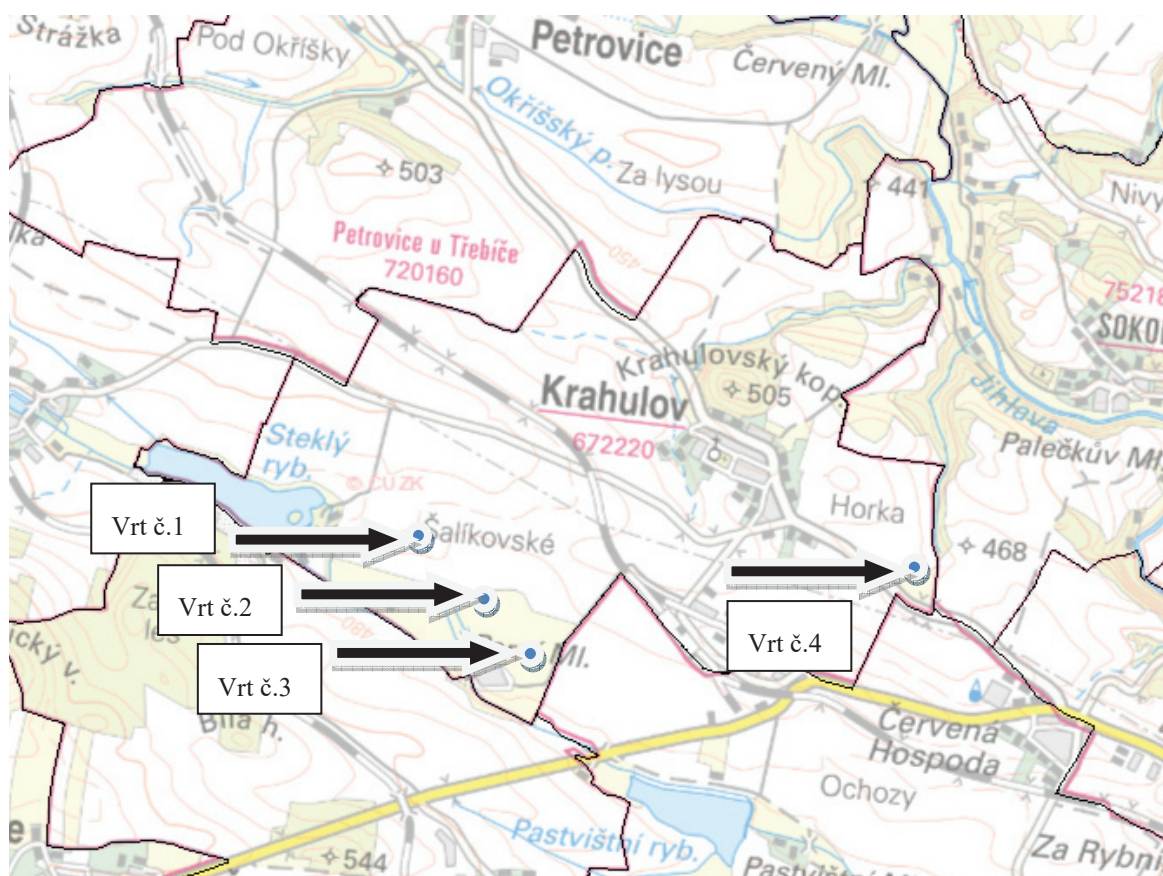
Obrázek 2-2 Českomoravská vrchovina [5]

2.4 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

V jihozápadní části daného území obce byly provedeny tři vrty a ve východní části byl proveden čtvrtý vrt, jejichž umístění je patrné na obrázku 2-3. Všechny vrty byly provedeny pro hydrogeologické účely.

Svislý vrt ve východní části obce byl proveden v roce 1969, nadmořská výška daného místa je 458,00 m n. m., hloubka vrtu je 30,0 m.

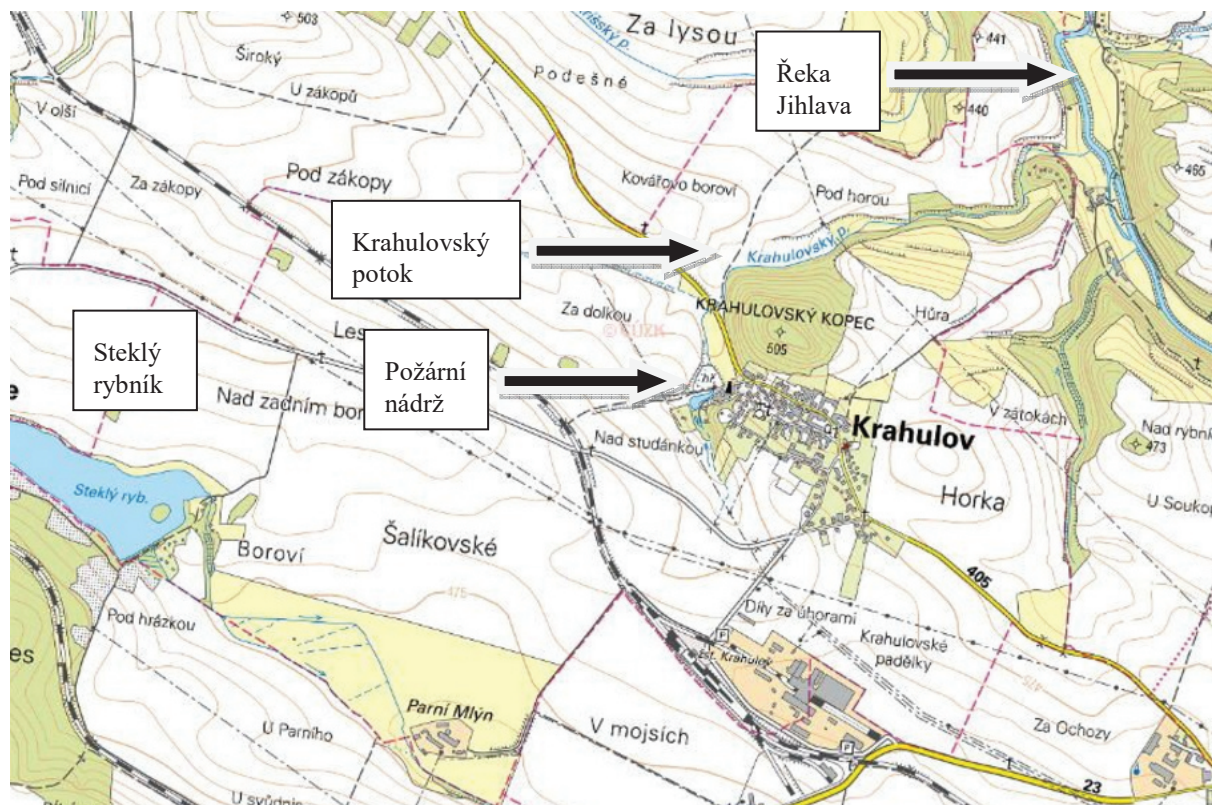
Svislé vrty v jihozápadní části území obce byly provedeny v roce 2003, nadmořská výška pro vrt č. 1 je 485,29 m n. m., pro vrt č. 2 je to 470,85 m n. m. a pro vrt č. 3 je nadmořská výška 470,77 m n. m. Hloubka těchto vrtů je 60,0 m. [15]



Obrázek 2-3 Vrtná prozkoumanost [15]

2.5 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Lokalita spadá do povodí Moravy. V západní části na území obce se nachází Steklý rybník, který je vzdálen asi 1,5 km od středu obce, a také požární nádrž, do které přitéká voda z prameniště. Odtok z nádrže tvoří začátek Krahulovského potoka, který se vlévá do řeky Jihlava. Popsané vodní objekty jsou znázorněny na obrázku 2-4.



Obrázek 2-4 Situace toku [7]

2.6 KLIMATICKÉ POMĚRY

Obec se nachází v mírně teplé klimatické oblasti MT4. Pro tuto oblast je charakteristické krátké léto, mírné, suché až mírně suché. Přechodné období je krátké s mírným jarem a mírným podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírně teplá a suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. [9]

Další informace charakterizující oblast MT4 jsou vypsány v tabulce 2-1.

Tabulka 2-1 Klimatické charakteristiky pro oblast MT4 [9]

Klimatická oblast	MT4
Počet letních dnů	20 - 30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	140 - 160
Počet mrazových dnů	110 - 130
Počet ledových dnů	40 - 50
Průměrná teplota v lednu	-2 - -3
Průměrná teplota v červenci	16 - 17
Průměrná teplota v dubnu	6 - 7
Průměrná teplota v říjnu	6 - 7
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	110 - 120
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 - 450
Srážkový úhrn v zimním období	250 - 300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	60 - 80
Počet dnů zamračených	150 - 160
Počet dnů jasných	40 - 50

2.7 DEMOGRAFICKÉ POMĚRY

Obec má v současné době 99 domů a 269 obyvatel. Vývoj počtu obyvatel je uveden v tabulce 2-2.

Tabulka 2-2 Demografický vývoj počtu obyvatel [8]

Rok	2001	2011	2015
Počet obyvatel	233	232	269

2.8 OBČANSKÁ VYBAVENOST

V obci se nachází hospoda se studenou kuchyní, hasičská zbrojnice a v západní části se nachází chatová oblast.

3 STUDIE ODVODNĚNÍ OBCE KRAHULOV

3.1 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

Obec nemá v současnosti vybudovanou veřejnou kanalizační síť. Odpadní vody jsou individuálně zachycovány v jímkách nebo septičích.

V obci je vybudovaná pouze dešťová kanalizace. Stávající výústní potrubí DN 600 je patrné z obrázků 3-2 a 3-3.

Obec nemá žádné podklady o stávající trase. Pasport pro zakreslení trasy nebyl proveden avšak vizuální kontrola obce se zakreslením předpokládané trasy ano. Předpokládaná trasa dešťové kanalizace je pouze schematicky znázorněna na obrázku 3-1. Tato trasa bude odstraněna vytažením celého potrubí nebo zafoukáním popílko-cementovou směsí, která vyplní celý profil potrubí.

V obci není vybudována čistírna odpadních vod. [10]



Obrázek 3-1 Předpokládaná trasa dešťové kanalizace [6]



Obrázek 3-2 Stávající výústní objekt [26]



Obrázek 3-3 Stávající výústní objekt [26]

3.2 STÁVAJÍCÍ INŽENÝRSKÉ SÍTĚ

Vedení stávajících inženýrských sítí jsou patrné v podrobné situaci stokové sítě. Jedná se o přílohy č. 2.1 až 2.4.

3.2.1 Vodovod

Obec Krahulov má veřejný vodovod, zásobovaný z VDJ Okříšky, který má objem 500 m³ (518,00/515,00 m n. m.). VDJ je plněný vodou samostatným zásobovacím řadem ze skupinového vodovodu Okříšky – Přibyslavice. [10]

Hloubka uložení není známa, předpokládá se asi 1,4 – 1,5 m. V jednotlivých místech křížení je nutné provádět výkopové práce se zvýšenou opatrností.

3.2.2 Plynovod

Plynovod je rozváděn z plynárenského zařízení, které se nachází ve střední části na jihu obce. Do plynárenského zařízení vede ocelové potrubí DN80.

Plynovodní síť v obci je z PE32, PE40, PE63 A PE90 v délce 2 600 m. Distributorem je innogy Česká republika a. s.

Hloubka uložení není známa, předpokládá se asi 1,2 m v komunikaci a 1,0 m ve volném terénu. V jednotlivých místech křížení je nutné provádět výkopové práce se zvýšenou opatrností.

3.2.3 Sdělovací vedení

Sdělovací vedení je v obci Krahulov vedeno převážně jednostranně jako nadzemní vedení a jako vedení podzemní. Síť sdělovacího vedení má celkovou délku asi 4 000 m. Distributorem je Česká telekomunikační infrastruktura a. s. neboli CETIN a. s.

3.2.4 Elektrické vedení

Elektrické vedení je přivedeno vysokým napětím do místních trafostanic. Trafostanice pro nadzemní vedení se nachází ve střední části obce a 110 m severovýchodně od plynárenského zařízení, druhá trafostanice pro podzemní vedení se nachází 80 m východně od plynárenského zařízení a třetí je umístěná v severovýchodní části obce poblíž šachty Š4 AD stoky AD. Místní rozvodná síť nízkého napětí v délce 3 700 m je tvořena sloupy. Podzemní vedení má délku 400 m. Distributorem je E.ON Česká republika, s r. o.

3.3 REŠERŠE TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ

Rešerše technických předpisů, které byly vybrány a jsou nutné pro dosažení co nejvyšší odbornosti této práce.

Jedná se zejména o normy:

ČSN 01 3463 – Výkresy inženýrských staveb – Výkresy kanalizace

ČSN 73 6005 – Prostorové uspořádání sítí technického vybavení

ČSN 75 6106 – Stokové sítě a kanalizační přípojky

ČSN 75 6760 – Vnitřní kanalizace

ČSN EN 124 – Poklopy a vtokové mříže pro dopravní plochy

3.4 NÁVRH TRAS

Při samotném návrhu trasování nové stokové sítě je důležité respektovat stávající inženýrské sítě. Nejmenší dovolené vzdálenosti při souběhu sítí, křížení sítí a jejich minimální hloubka uložení (krytí) jsou patrná v ČSN 73 6005: Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.

Pokud dojde k nedodržení těchto vzdáleností, je nutné potrubí zabezpečit a to například chráničkou, u kabelových a sítí menších dimenzí je možné provádět přeložky. K jednotlivým situacím se přistupuje individuálně dle nejvhodnějšího řešení.

Vedení nové kanalizace se přednostně povede ve stávající trase dešťové kanalizace, její přesná poloha bohužel není známa. Z toho důvodu se musí ostatní úseky odstavit z provozu viz výše – 3.1 popis stávajícího stavu.

3.4.1 Stoka A

Stoka A je kmenová stoka v celkové délce 1 017,5 m. Začíná šachtou Š1 A, která je umístěna v areálu čistírny odpadních vod, která však není předmětem této studie. Stoka je zakončena šachtou Š27 A v jižní části obce. Převýšení stoky je 29,96 m. Z důvodu svažitosti terénu bylo mezi šachtami OK a Š17 A použito kameninové potrubí tak, aby vyhovělo při kapacitní rychlosti proudění. Na stoku je napojeno 38 nemovitostí.

Převážná část stoky A se nachází v krajské komunikaci (Okříšky – Červená hospoda). Stoka je vedena v pravém jízdním pruhu ve výše zmíněném směru jízdy a to z důvodu následných oprav povrchu krajské komunikace. Koncová část stoky je vedena v místní asfaltové komunikaci a nezpevněném terénu.

Na stoce je umístěn objekt odlehčovací komory, ve kterém probíhá odlehčení dešťových průtoků. Odlehčovací komora je umístěna před vstupem do areálu ČOV.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.2 Stoka AA

Stoka AA je hlavní sběrač dlouhý 420,1 m. Je napojen na kmenovou stoku A v šachtě Š5 A a končí koncovou šachtou Š17 AA ve střední části obce. Převýšení stoky je 14,18 m. Z důvodu svažitosti terénu bylo mezi šachtami Š2 AA a Š8 AA použito kameninové potrubí tak, aby vyhovělo při kapacitní rychlosti proudění. Na stoku je napojeno 17 nemovitostí.

Celá stoka se nachází v místní asfaltové komunikaci a je vedena v její ose.

Na stoce je umístěno spadiště Š3 AA. Rozdíl hloubek mezi vtokem a odtokem je 2,00 m.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.3 Stoka AA-1

Stoka AA-1 je sběrač nižšího řádu, jehož délka je 109,0 m. Je napojen na hlavní sběrač AA v šachtě Š2 AA a končí koncovou šachtou Š3 AA-1 v západní části obce. Převýšení stoky je 0,65 m. Na stoku jsou napojeny 3 nemovitosti.

Stoka se nachází z části v místní asfaltové komunikaci a z části v nezpevněné komunikaci.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.4 Stoka AA-2

Stoka AA-2 je druhý sběrač nižšího řádu, jehož délka je 42,0 m. Je napojen na hlavní sběrač AA v šachtě Š8 AA a končí koncovou šachtou Š2 AA-2 ve střední části obce. Převýšení stoky je 8,91 m. Z důvodu svažitosti terénu bylo, mezi šachtami Š8 AA a Š2 AA-2, použito kameninové potrubí tak, aby vyhovělo při kapacitní rychlosti proudění. Na stoku jsou napojeny 3 nemovitosti.

Stoka se nachází z části v místní asfaltové komunikaci, z části v nezpevněném terénu a z části je vedená pod betonovými panely osazenými pro příjezd k nemovitostem.

Na stoce je umístěno spadiště Š1 AA-2. Rozdíl hloubek mezi vtokem a odtokem je 3,32 m.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.5 Stoka AA-3

Stoka AA-3 je třetí sběrač nižšího řádu, jehož délka je 192,8 m. Je napojen na hlavní sběrač AA v šachtě Š11 AA a končí koncovou šachtou Š7 AA-3 v jihovýchodní části obce. Převýšení stoky je 12,5 m. Z důvodu svažitosti terénu bylo mezi šachtami Š11 AA a Š3 AA-3 použito kameninové potrubí tak, aby vyhovělo při kapacitní rychlosti proudění. Na stoku je napojeno 6 nemovitostí.

Stoka se nachází z části v místní asfaltové komunikaci a z části v nezpevněném terénu.

Na stoce je umístěno spadiště Š1 AA-3. Rozdíl hloubek mezi vtokem a odtokem je 2,45 m.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.6 Stoka AB

Stoka AB je hlavní sběrač dlouhý 138,6 m. Je napojen na kmenovou stoku A v šachtě Š7 A a končí koncovou šachtou Š5 AB ve střední části obce. Převýšení stoky je 4,53 m. Na stoku je napojeno 13 nemovitostí.

Celá stoka se nachází v místní asfaltové komunikaci a je umístěna v její ose.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.7 Stoka AC

Stoka AC je hlavní sběrač dlouhý 43,0 m. Je napojen na kmenovou stoku A v šachtě Š11 A a končí koncovou šachtou Š2 AC ve střední části obce. Převýšení stoky je 0,20 m. Na stoku jsou napojeny 3 nemovitosti.

Celá stoka se nachází v místní asfaltové komunikaci a je umístěna do osy této komunikace.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.8 Stoka AD

Stoka AD je hlavní sběrač dlouhý 239,3 m. Je napojen na kmenovou stoku A v šachtě Š15 A a končí koncovou šachtou Š7 AD v severovýchodní části obce. Převýšení stoky je 4,40 m. Na trase je plánovaná výstavba nových rodinných domů. V současné době je na stoku napojena pouze jedna nemovitost.

Stoka se nachází z převážné části v nezpevněné komunikaci a je umístěna do osy této komunikace.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.9 Stoka AE

Stoka AE je hlavní sběrač dlouhý 253,6 m. Je napojen na kmenovou stoku A v šachtě Š17 A a končí koncovou šachtou Š7 AE v jižní části obce. Převýšení stoky je 9,40 m. Na stoku je napojeno 6 nemovitostí.

Celá stoka se nachází v místní asfaltové komunikaci a je umístěna do její osy.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.10 Stoka AE-1

Stoka AE-1 je čtvrtý sběrač nižšího řádu, jehož délka je 287,0 m. Je napojen na hlavní sběrač AE v šachtě Š2 AE a končí koncovou šachtou Š7 AE-1, v jihovýchodní části obce. Převýšení stoky je 5,22 m. V současné době je na stoku napojeno 6 nemovitostí. V posledních dvou úsecích se dle územního plánu předpokládá výstavba nových rodinných domů.

Stoka se nachází z části v místní asfaltové komunikaci a z části v nezpevněné komunikaci a je umístěna do osy komunikace.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.11 Stoka AE-1-1

Stoka AE-1-1 je uliční stoka, jejíž délka je 192,6 m. Je napojen na sběrač nižšího řádu AE-1 v šachtě Š2 AE-1 a končí koncovou šachtou Š5 AE-1-1 v jižní části obce. Převýšení stoky je 5,62 m. V současné době nejsou na stoku připojeny žádné nemovitosti. Stoka bude odvádět pouze srážkové vody. Na trase se dle územního plánu předpokládá výstavba nových rodinných domů.

Celá stoka se nachází v nezpevněné komunikaci a je umístěna do osy této komunikace.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.12 Stoka AE-1-1-1

Stoka AE-1-1-1 je dlouhá 100,0 m. Je napojena na uliční stoku AE-1-1 v šachtě Š3 AE-1-1 a končí koncovou šachtou Š2 AE-1-1-1 v jihovýchodní části obce. Převýšení stoky je 0,61 m. V současné době nejsou na stoku připojeny žádné nemovitosti. Stoka bude odvádět pouze srážkové vody. Na trase se dle územního plánu předpokládá výstavba nových rodinných domů.

Celá stoka se nachází v nezpevněné komunikaci a je umístěna do její osy. Dle územního plánu je na trase plánovaná výstavba nové místní asfaltové komunikace.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.13 Stoka AF

Stoka AF je hlavní sběrač dlouhý 100,0 m. Je napojen na kmenovou stoku A v šachtě Š22 A a končí koncovou šachtou Š4 AF ve východní části obce. Převýšení stoky je 1,34 m. Na stoku jsou napojeny 3 nemovitosti.

Stoka se nachází z části v krajské asfaltové komunikaci, kde je vedena pouze v jednom jízdním pruhu viz výše a z části v nezpevněné komunikaci, kde je umístěna do její osy.

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

3.4.14 Stoka V

Stoka V je odlehčovací stoka dlouhá 57,7 m. Začíná v odlehčovací komoře a končí výústním objektem (VO).

V tabulce 3-1 jsou vypsány délky, dimenze a použité materiály této stoky.

Tabulka 3-1 Souhrnný výpis délek dle materiálu a dimenze pro celou stokovou síť

OZNAČENÍ STOKY	KT					PP				SOUČET
	DN 250	DN 400	DN 500	DN 600	DN 800	DN 250	DN 300	DN 400	DN 500	
A			88,0	445,5	47,5	223,5		213,0		1017,5
AA		107,3				91,0	90,1	97,6	44,1	430,1
AA-1						109,0				109,0
AA-2	42,0									42,0
AA-3	73,9					119,0				192,9
AB						138,6				138,6
AC						43,0				43,0
AD						32,0	207,3			239,3
AE						193,0		60,6		253,6
AE-1						230,0	57,0			287,0
AE-1-1						192,6				192,6
AE-1-1-1						100,0				100,0
AF						100,0				100,0
V					57,7					57,7
SOUČET	95,9	95,3	88,0	300,0	250,7	1591,7	415,0	322,6	44,1	[m]
CELKEM	3203,2									

3.4.15 Výpis dotčených parcel

Navržená trasa kanalizace vede přes 27 parcel, z toho je 19 parcel ve vlastnictví obce Krahulov, 2 parcely vlastní Kraj Vysočina a 6 parcel je ve vlastnictví fyzických nebo právnických osob. Přes tyto parcely je dle územního plánu plánovaná výstavba nové asfaltové komunikace, vedení stokové sítě je navrženo do její osy.

Dotčené parcely jsou vypsány pouze pro stokovou síť, tedy bez parcel, přes které vedou naznačené přípojky. Ty nejsou řešením tohoto návrhu.

Stoková síť je převážně vedená v krajské a místní komunikaci.

Podrobný výpis dotčených parcel se nachází v tabulce 3-2.

Tabulka 3-2 Výpis dotčených parcel [24]

VLASTNÍK POZEMKU	DRUH POZEMKU	ZPŮSOB VYUŽITÍ	parc. č.	Č. LV
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	zahrada	-	968	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	orná půda	-	981/20	10001
Filippi Petr Ing., Náměstí J. Gurreho 2, 37324 Římov	orná půda	-	993/1	139
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	orná půda	-	993/5	10001
Dvořák Svatopluk, č. p. 69, 67521 Krahulov	orná půda	-	993/7	160
Pavlík Milan, č. p. 83, 67521 Krahulov	orná půda	-	993/8	50
Píšová Petra PhDr., č. p. 28, 67521 Krahulov	orná půda	-	993/20	140
Dvořák Vladimír, č. p. 81, 67521 Krahulov	orná půda	-	993/21	45
Dvořáček Karel, Čeloudova 1108/76, Horka-Domky, 67401 Třebíč	orná půda	-	993/22	164
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	lesní pozemek	-	1034/1	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ovocný sad	-	1034/6	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	jiná plocha	1034/36	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	1057/1	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	1058/1	10001
Kraj Vysočina, Žižkova 1882/57, 58601 Jihlava	ostatní plocha	silnice	1068/3	40
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	1079/1	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	1080/1	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	1080/3	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	1083	10001
Kraj Vysočina, Žižkova 1882/57, 58601 Jihlava	ostatní plocha	silnice	1084/1	40
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	1084/7	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	5087	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	5094	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	vodní plocha	koryto vodního toku přirozené nebo upravené	5302	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	5306	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	trvalý travní porost	-	5310	10001
Obec Krahulov, č. p. 41, 67521 Krahulov	ostatní plocha	ostatní komunikace	5289/1	10001

3.4.16 Stávající kanalizace

Obec nemá v současné době kanalizaci na splaškové vody. V obci je pouze dešťová kanalizace, jejíž pravděpodobná trasa je znázorněná výše na obrázku 3-1.

3.4.17 Přeložky stávajících plynovodů, připojení plynovodní přípojky

Na plánované trase nejsou nutné řešit žádné přeložky plynovodního potrubí.

3.4.18 Přeložky stávajícího vodovodu, připojení vodovodní přípojky

3.4.18.1 Přeložka vodovodu “PřV 1“

Přeložka vodovodu “PřV 1“ je navržena v souběhu se stokou AB mezi šachtami Š3 AB a Š5 AB. Navržená přeložka bude z PVC SDR26, d160/6,2 mm. Celková délka přeložky je 26,8 m.

3.4.18.2 Přeložka vodovodní přípojky “PřV 2“

Přeložka vodovodní přípojky “PřV 2“ je navržena v souběhu se stokou AF mezi šachtami Š3 AF a Š4 AB. Dimenze přípojky je neznámá, proto předpokládáme potrubí z PE 100 SDR11, d32/3,0 mm. Celková délka přeložky je 15,2 m.

3.4.19 Přeložky sdělovacího vedení

3.4.19.1 Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 1“

Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 1“ je navržena v souběhu se stokou A mezi šachtami Š1 A a Š5 A. Celková délka přeložky je 108,5 m.

3.4.19.2 Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 2“

Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 2“ je navržena v souběhu se stokou A mezi šachtami Š5 A a Š6 A. Celková délka přeložky je 12,2 m.

3.4.19.3 Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 3“

Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 3“ je navržena z důvodů křížení s uliční vpustí UV8 AA mezi šachtami Š12 AA a Š13 AA. Celková délka přeložky je 4,2 m.

3.4.19.4 Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 4“

Přeložka sdělovacího vedení “PřSD 4“ je navržena z důvodů křížení s uliční vpustí UV8 AA mezi šachtami Š14 AA a Š15 AA. Celková délka přeložky je 4,2 m.

3.4.20 Přeložky elektrického vedení NN

3.4.20.1 Přeložka el. vedení NN “PřNN 1“

Přeložka el. vedení NN “PřNN 1“ je navržena v souběhu se stokou AA-1 od šachty Š2 AA-1 za konec této stoky. Celková délka přeložky je 30,8 m.

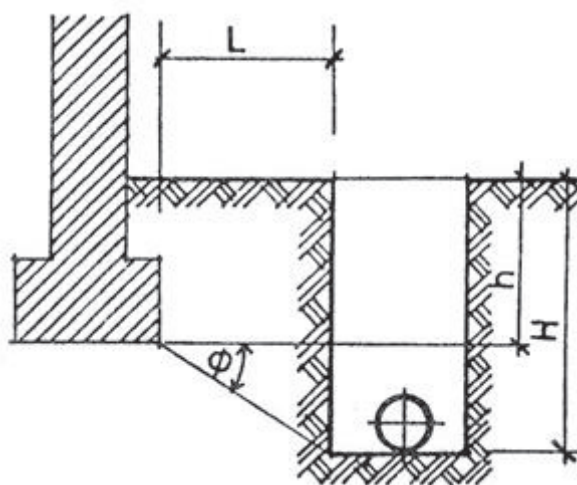
3.4.21 Statické zajištění výkopu

Pro vedení stok je výhodné využít zelených pásů. Není dovoleno navrhovat stoky pod stromy ani v jejich blízkosti (asi do 1,5 m). Při vedení poblíž líce budovy se bezpečná vzdálenost výkopu od líce budovy uvažuje podle vzorce 3.1. [16]

Tato podmínka musí být splněna pro celý návrh tras stokové sítě. V případě jejího porušení je nutné místa, kde hrozí nebezpečí narušení stability objektů, individuálně zabezpečit.

Při samotné výstavbě stokové sítě bude použit vhodný typ pažení pro všechny výkopy. V intravilánu budou použity pažící boxy. V extravilánu je možné použít již zmíněné pažící boxy, případně svahovaný výkop.

Na obrázku 3-4 níže je znázorněna bezpečná vzdálenost výkopu od líce budovy.



Obrázek 3-4 Bezpečná vzdálenost dna výkopu od líce budovy [11]

$$L = \frac{H-h}{\operatorname{tg}\varphi} \quad [\text{m}]$$

3.1 [11]

kde

L ... bezpečná vzdálenost dna výkopu od líce budovy [m]

H ... hloubka dna výkopu [m]

h ... hloubka základů budovy pod terénem [m]

φ ... úhel vnitřního tření zeminy v daném místě

3.5 MATERIÁL KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ

V návrhu je uvažováno potrubí od firmy PVC ALFA s.r.o. Jedná se o polypropylenové potrubí K2 SN 8 PP DIN, které je určeno k odvádění splaškových a dešťových vod.

Potrubí je dodáváno v průměrech DN 160 – 1000 a to v délce 6,0 m. Kruhová tuhost daného potrubí není menší než $8 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}$. Konstrukce potrubí je korugovaná. Vnější vrstva je oranžově hnědá a vnitřní má barvu světle popelavou, což je vhodná barva pro inspekci CCTV.

Potrubí je spojováno hrdlovým spojem, do kterého je vložen speciální utěšňovací prvek. [12]

Další uvažované potrubí jsou trouby od firmy Steinzeug Keramo s.r.o. Jedná se o kameninové trouby KeraPro, které jsou určeny k odvádění splaškových a dešťových vod.

Trouby jsou dodávány v průměrech DN 200 – 1000. Délka trub je 2,5 m pro DN 200 – 800 a 2,0 m pro DN 900 – 1000. Vrcholový tlak na potrubí je v rozmezí $48 - 120 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$, třída pevnosti je v rozmezí 240 – 120, hodnoty se odvíjí od použité dimenze.

Potrubí je spojováno hrdlovými spoji K a S. Daný typ potrubí je těsněn speciálními utěšňovacími prvky, např. těsnícím kroužkem P – KeraMat. [13]

Obě firmy vyrábí k danému typu potrubí širokou škálu tvarovek. Dodatečné přípojky je možno do daného potrubí navrtat.

Pro výpočet byla uvažována drsnost potrubí dle Maninnga $n = 0,014$. [18]

3.6 ULOŽENÍ KANALIZAČNÍHO POTRUBÍ

Dno rýhy je nutné dokopávat ručně, aby nebyla narušena základová spára. Při výskytu podzemní vody je třeba snížit její hladinu minimálně o 0,3 m pod základovou spáru. V místech, kde se vyskytuje trvale podzemní voda, se v kraji stavební rýhy zřídí drenáž z odvodňovacích trubek obsypaných štěrkem. [11]

Tloušťka lože pro potrubí PP byla zvolena na hodnotu 0,15 m. Kameninové potrubí je obetonováno pro vedení v krajské komunikaci a betonové sedlo 120° je provedeno pro vedení v místní komunikaci a nezpevněné ploše.

Celková skladba podsypu, obsypu a zásypu je patrná v přílohách č. 5.1A a 5.1B.

3.7 OBJEKTY NA STOKOVÉ SÍTI

3.7.1 Šachty

Revizní a vstupní šachty se navrhují tam, kde se mění směr nebo sklon přímých úseků stoky, příčný profil nebo materiál stoky, na horním konci každé stoky a v místě spojení dvou nebo více stok, pokud v těchto místech nejsou nahrazeny jiným objektem, který splňuje současně účel vstupní šachty. [11]

Nejvyšší dovolená vzdálenost dvou revizních nebo vstupních šachet je 50,0 m. Každá šachta bude osazena poklopem dle tabulky 3-3 v závislosti na typu povrchu, ve kterém se nachází.

Zhlaví šachet, která budou umístěna ve vozovce komunikace, musí mít poklopy výškově osazeny přesně v úrovni vozovky. Přípustná tolerance je $-0,5$ mm. V zelených plochách budou poklopy vytaženy 100 – 200 mm nad terén a v extravilánu 500 mm nad terén.

Použité šachty dle průměru jsou vypsány v tabulce 3-4. Výpis souřadnic lomových bodů se nachází v tabulce 3-5. Souhrnné informace o všech šachtách jsou v příloze č. 6.1.

Tabulka 3-3 Výpis typu poklopů

TYP POKLOPU	MAXIMÁLNÍ ZATÁŽENÍ	URČENO PRO
Plochy mírně zatížené A 15	15 kN = 1.5 t	plochy používané výlučně chodci a cyklisty
Plochy středně zatížené B 125	125 kN = 12.5 t	chodníky, pěší a obytné zóny, plochy pro stání a parkování osobních vozidel
Plochy vysoko zatížené D 400	400 kN = 40.0 t	vozovky pozemních komunikací, zpevněné krajnice a parkovací plochy

3.7.1.1 Revizní šachta DN 600

Na stokové síti jsou použity revizní PP šachty DN 600 v místech, kde dochází ke směrovým, sklonovým lomům a na horním konci stok tam, kde je použito potrubí DN 250. Tyto šachty nejsou vstupní. Šachty jsou umístěny na všech stokách tohoto projektu s výjimkou stoky V, většinou však na konci stok.

Vzorový příčný řez šachtou je v příloze č. 5.2. V projektu jsou uvažovány revizní šachty Tegra DN 600 od firmy PVC ALFA s.r.o.

3.7.1.2 Betonová šachta DN 1000 a DN 1200

V převážné části vedení jsou použity betonové šachty DN 1000. Do této šachty je možné napojit maximálně potrubí o dimenzi DN 600. Pro větší profily jsou uvažovány betonové šachty DN 1200.

Vzorový příčný řez šachtou pro DN 1000 je v příloze č. 5.3 a pro DN 1200 v příloze č. 5.4. V projektu jsou uvažovány betonové šachty od Společnosti B&BC, a.s.

Tabulka 3-4 Souhrnný výpis šachet dle průměru pro celou stokovou síť

OZNAČENÍ STOKY	ŠACHTY		
	DN 600	DN 1000	DN 1200
A	5	20	1
AA	3	14	-
AA-1	3	-	-
AA-2	1	1	-
AA-3	6	1	-
AB	5	-	-
AC	2	-	-
AD	1	6	-
AE	5	2	-
AE-1	5	2	-
AE-1-1	2	3	-
AE-1-1-1	2	-	-
AF	4	-	-
V	-	-	1
SOUČET	44	49	2
CELKEM	95		

3.7.2 Výpis souřadnic lomových bodů

Tabulka 3-5 Výpis souřadnic lomových bodů

OZNAČENÍ ŠACHTY	SOUŘADNICE S-JTSK	
	X	Y
Š1 A	1150866401.64	656000419.10
OK	1150912462.81	655971313.20
Š3 A	1150952656.24	655957571.33
Š4 A	1150993257.61	655945010.32
Š5 A	1151029443.52	655933409.48
Š6 A	1151025123.17	655899685.08
Š7 A	1151034898.22	655870266.58
Š8 A	1151045743.77	655833847.16
Š9 A	1151070743.77	655790545.89
Š10 A	1151093089.71	655752642.61
Š11 A	1151108194.69	655717773.72
Š12 A	1151120152.19	655690259.75
Š13 A	1151137449.66	655654193.18
Š14 A	1151164636.58	655628364.49
Š15 A	1151183897.61	655616734.23
Š16 A	1151220936.12	655608240.21
Š17 A	1151270560.49	655602122.83
Š18 A	1151308416.01	655592744.16

OZNAČENÍ ŠACHTY	SOUŘADNICE S-JTSK	
	X	Y
Š1 AA-3	1151155601.83	655813706.72
Š2 AA-3	1151180090.53	655824921.89
Š3 AA-3	1151213661.95	655840296.69
Š4 AA-3	1151212534.19	655852243.58
Š5 AA-3	1151193069.79	655887188.36
Š6 AA-3	1151173605.39	655922133.13
Š7 AA-3	1151160466.92	655945720.85
Š1 AB	1151055809.93	655870175.51
Š2 AB	1151077621.84	655825183.94
Š3 AB	1151084217.95	655816381.03
Š4 AB	1151101890.54	655778942.55
Š5 AB	1151112930.00	655768349.14
Š1 AC	1151118150.26	655716832.10
Š2 AC	1151148561.60	655729644.24
Š1 AD	1151182180.49	655599519.66
Š2 AD	1151163389.49	655583030.32
Š3 AD	1151119192.09	655574569.23
Š4 AD	1151080424.80	655564715.43

Š19 A	1151349342.48	655576587.94
Š20 A	1151395885.46	655558319.06
Š21 A	1151441339.40	655537487.86
Š22 A	1151465759.93	655520062.65
Š23 A	1151474281.89	655530483.47
Š24 A	1151482662.25	655569595.74
Š25 A	1151491182.43	655608677.78
Š26 A	1151499852.08	655647726.95
Š27 A	1151509288.09	655686598.04
Š1 AA	1151043293.89	655969971.35
Š2 AA	1151048123.52	655971265.45
Š3 AA	1151056608.80	655962780.16
Š4 AA	1151060038.85	655944600.92
Š5 AA	1151065835.15	655930766.08
Š6 AA	1151068329.00	655915366.71
Š7 AA	1151079859.71	655897815.56
Š8 AA	1151100850.79	655883872.30
Š9 AA	1151112177.71	655870141.28
Š10 AA	1151122297.37	655848379.10
Š11 AA	1151146509.95	655809542.88
Š12 AA	1151154873.57	655797070.12
Š13 AA	1151164220.21	655768563.28
Š14 AA	1151173265.30	655724414.38
Š15 A A	1151182629.98	655691729.48
Š16 AA	1151193192.54	655661522.99
Š17 AA	1151203769.39	655638870.61
Š1 AA-1	1151068164.15	656005882.97
Š2 AA-1	1151095100.88	656043148.22
Š3 AA-1	1151114828.97	656054972.04
Š1 AA-2	1151109477.73	655888929.56
Š2 AA-2	1151137156.91	655904984.73

Š5 AD	1151085852.57	655525085.40
Š6 AD	1151091399.54	655485471.88
Š7 AD	1151095232.88	655453702.31
Š1 AE	1151280542.21	655614627.43
Š2 AE	1151318892.47	655637373.49
Š3 AE	1151339242.90	655645731.72
Š4 AE	1151378079.12	655655310.23
Š5 AE	1151425639.46	655667063.94
Š6 AE	1151458092.10	655690485.00
Š7 AE	1151491892.96	655715414.94
Š1 AE-1	1151311187.15	655663250.66
Š2 AE-1	1151301329.67	655691584.92
Š3 AE-1	1151284642.70	655733376.60
Š4 AE-1	1151268334.72	655775317.63
Š5 AE-1	1151260827.95	655814606.92
Š6 AE-1	1151305304.23	655837451.18
Š7 AE-1	1151349780.51	655860295.45
Š1 AE-1-1	1151337616.60	655708415.20
Š2 AE-1-1	1151373393.26	655726304.59
Š3 AE-1-1	1151406624.19	655743681.46
Š4 AE-1-1	1151450549.67	655767567.69
Š5 AE-1-1	1151473099.68	655778637.59
Š1 AE-1-1-1	1151385844.22	655789158.85
Š2 AE-1-1-1	1151365064.24	655834636.24
Š1 AF	1151479785.18	655497108.30
Š2 AF	1151498152.97	655490864.56
Š3 AF	1151514263.04	655480743.73
Š4 AF	1151540525.24	655458108.30
Š1 V	1150905220.13	656001246.75

3.7.3 Spadiště

Spadiště jsou navrženy z prefabrikovaných dílců. Tyto šachty budou obsahovat nárazové stěny z čedičových segmentů 360 °.

Na stokové síti jsou umístěny celkem 3 spadiště a to na stoce AA jako šachta Š3 AA, na stoce AA-2 jako šachta Š1 AA-2 a na stoce AA-3 jako šachta Š1 AA-3. Vzorový řez spadištěm je patrný v příloze č. 5.5.

3.7.4 Dešťové vpusti

Dešťové vpusti slouží k odvodnění vozovek, chodníků a zpevněných ploch. Jsou součástí komunikačních staveb. Dešťové vpusti dělíme na uliční vpusti, chodníkové vpusti a horské vpusti. [16]

Dešťové vpusti jsou považovány za objekty, které zpravidla nejsou provozované provozovatelem nebo vlastníkem stokové sítě ale jinými právníckými osobami. [14]

Propojení stoky a vpusti musí mít minimální dimenzi 150 mm. Uvažované potrubí bude z PP, je nutné jej osadit do nezámrazné hloubky. Dešťové vpusti budou zhotoveny z prefabrikovaného betonu a budou osazeny zápachovými uzávěrkami, které brání pronikání zápachu.

V projektu jsou uvažovány betonové vpusti od Společnosti B&BC, a.s.

3.7.4.1 Uliční vpusti

Je použita uliční vpust' s vnitřním průměrem 500 mm. Vpust' bude složena z tělesa vpusti, podkladové konstrukce rámu, kalového koše a litinové mříže s rámem.

Těleso vpusti nemá být zatěžováno bezprostředně, zatížení se má přenášet přímo na hutnění, pružné podloží. Jinak vpusti musíme na zatížení dimenzovat. [16]

V obci Krahulov je celkem 68 uličních vpustí. Počet vpustí na stokách je vypsán v tabulce 3-6. Uliční vpust' je znázorněna v příloze č. 5.6.

3.7.4.2 Horské vpusti

Používají se tam, kde k uliční vpusti přitékají srážkové vody z odvodňované plochy ve sklonu větším než 8 %, a v místech, kde se očekává přítok srážkových vod z nezpevněných ploch nebo v silničních a jiných otevřených příkopech. [14]

Jedná se o prefabrikované železobetonové šachty, které budou sestaveny ze dna, jehož půdorysný tvar je obdélník, nástavce výšky dle hloubky uložení a mříže. Horská vpust' je znázorněna v příloze č. 5.7. [25]

V obci je celkem 23 horských vpustí. Převážná většina je umístěná v nezpevněných komunikacích u zastavitelných parcel obce. Počet vpustí na stokách je vypsán v tabulce 3-6.

Tabulka 3-6 Výpis dešťových vpustí

OZNAČENÍ STOKY	POČET ULIČNÍCH VPUSTÍ	POČET HORSKÝCH VPUSTÍ
A	28	-
AA	12	1
AA-1	3	1
AA-2	-	1
AA-3	6	1
AB	3	-
AC	1	-
AD	1	6
AE	7	-
AE-1	6	3
AE-1-1	-	6
AE-1-1-1	-	2
AF	1	2
V	-	-
CELKEM	68	23

3.7.5 Odlehčovací komora

Odlehčovací komora je navržena s bočním přelivem. Její rozměry jsou 5,0 m x 2,5 m. Výška přelivné hrany je zvolena 5 cm nad návrhovým průtokem, který přitéká přívodním potrubím, leží 449,42 m n.m.

Přítokové potrubí má dimenzi 800 mm. Odtok na čistírnu odpadních vod má dimenzi 250 mm (dále škrťací trať) a odtok do recipientu má dimenzi 800 mm.

Škrťací trať musí být schopna převést maximální průtok za deště, tedy $Q_{zřed} = 34,89 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Je navržena z polypropylenového potrubí DN 250 v celkové délce 50 m, sklon daného úseku je 23 ‰.

Odlehčení stoka V, která ústí do recipientu, je navržena z kameninového potrubí DN 800 v celkové délce 57,7 m, sklon úseků je 30 ‰. Na stoce je umístěna revizní šachta Š1 V.

Celkový výpočet odlehčovací komory není řešením tohoto návrhu. Pro zjednodušení byly výše zmíněné parametry určeny odhadem.

Návrh odlehčovací komory bude řešen individuálně po domluvě vlastníka a provozovatele kanalizace.

Odlehčovací komora může být monolitická po provedení výpočtů a navržení příslušných rozměrů nebo prefabrikovaná, která může být vybrána podle známých parametrů stokové sítě.

3.7.6 Výústní objekt

Výústní objekt je navržen jako betonový blok z prostého betonu založený 0,6 m pode dno potoka. V místě vyústění budou dno i břehy zpevněny lomovým kamenem. Dno na konci odlehčovací stoky leží v nadmořské výšce 446,85 m n.m.

3.8 ARMATURY NA STOKOVÉ SÍTI

3.8.1 Vřetenové hradítko

Vřetenové hradítko bude osazeno v odlehčovací komoře na odtoku na ČOV. Je navrženo pro případné uzavření odtoku při nutnosti odstavení ČOV, dále může sloužit pro regulaci průtoku splaškových vod na ČOV.

3.9 KANALIZAČNÍ PŘÍPOJKY

Na stokové síti budou osazeny odbočky DN 150 - 200 pro domovní přípojky. Na stokách z kameniny bude za odbočkou osazen přechodový kus na PP. Odbočky budou pokud možno vytaženy za zpevněné plochy a stávající inženýrské sítě.

Samotné přípojky nejsou součástí této studie. Předběžně navržené trasy jsou však patrné v podrobné situaci, to jsou přílohy č. 2.1 až 2-4. Přípojky jsou rozlišeny na část, která leží na veřejném pozemku, a na část ležící na pozemku soukromém.

Materiál přípojky bude z PP o minimálním profilu DN 150. Minimální sklon přípojky DN 150 je 2 ‰ a pro DN 200 je minimální sklon 1 ‰. Minimální výška krytí je 1,0 m, při nižším krytí je nutné provést opatření proti zamrzání.

Na přípojce bude umístěna plastová revizní šachta PP DN 315 pro potrubí o DN 150 nebo PP DN 400 pro potrubí o DN 200. Šachta bude sloužit ke kontrole, čištění a proplachování přípojky.

Stávající septiky musí být před propojením na novou kanalizaci vyřazeny z provozu.

4 HYDROTECHNICKÉ VÝPOČTY

4.1 VÝPOČET SPLAŠKOVÝCH VOD

4.1.1 Průměrný denní průtok splaškových vod $Q_{24,m}$

$$Q_{24,m} = PO \cdot q_{spec} \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.1) [30]$$

kde

PO ... počet obyvatel

q_{spec} ... specifická produkce splaškových vod [$l \cdot os^{-1} \cdot den^{-1}$]

$$Q_{24,m} = 0,31 l \cdot s^{-1}$$

4.1.2 Maximální hodinový průtok splaškových vod $Q_{h,max}$

$$Q_{h,max} = \frac{Q_{24,m}}{24} \cdot k_{h,max} \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.2) [14]$$

kde

$Q_{24,m}$... průměrný denní průtok splaškových vod [$l \cdot s^{-1}$]

$k_{h,max}$... součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti dle tabulky 4-1

$$Q_{h,max} = 1,42 l \cdot s^{-1}$$

4.1.3 Minimální hodinový průtok splaškových vod $Q_{h,min}$

$$Q_{h,min} = \frac{Q_{24,m}}{24} \cdot k_{h,min} \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.3) [14]$$

kde

$Q_{24,m}$... průměrný denní průtok splaškových vod [$l \cdot s^{-1}$]

$k_{h,min}$... součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti dle tabulky 4-1

$$Q_{h,min} = 0,00 l \cdot s^{-1}$$

Tabulka 4-1 Hodnoty maximální a minimální hodinové nerovnoměrnosti [17]

Počet připojených obyvatel [PO]	30	40	50	75	100	300	400	500
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti $[k_{h,max}]$	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti $[k_{h,min}]$	0	0	0	0	0	0	0	0

4.1.4 Průměrný průtok balastních vod Q_B

Balastní vody jsou definovány jako nežádoucí přítok do stokového systému a kanalizačních přípojek. Zpravidla mají dvě významné složky, a to vody infiltrované netěsnostmi stokové sítě z okolního půdního prostředí a povrchové vody, které jsou bodově zaústěny do kanalizace (drobné vodoteče, drenáže, přepady z rybníků, v případě oddílné splaškové kanalizace pak nátok srážkových vod ventilačními otvory poklopů vstupních šachet či černé napojení srážkových vod z nemovitostí). [18]

Množství balastních vod, tedy vod, které se dostanou do stokové sítě, bylo stanoveno jako 15 % z průměrného denního průtoku $Q_{24,m}$.

$$Q_B = 0,15 \cdot Q_{24,m} \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.4)$$

kde

$Q_{24,m}$... průměrný denní průtok splaškových vod $[l \cdot s^{-1}]$

$$Q_B = 0,05 \, l \cdot s^{-1}$$

4.1.5 Maximální bezdeštný průtok splaškových vod Q_h

$$Q_h = \max ([Q_B + Q_{24,m}]; [Q_B + Q_{h,max}]) \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.5) [30]$$

kde

$Q_{24,m}$... průměrný denní průtok splaškových vod $[l \cdot s^{-1}]$

$Q_{h,max}$... maximální hodinový průtok splaškových vod $[l \cdot s^{-1}]$

Q_B ... průměrný průtok balastních vod $[l \cdot s^{-1}]$

$$Q_h = 1,47 \, l \cdot s^{-1}$$

4.2 VÝPOČET DEŠŤOVÝCH VOD

4.2.1 Zpracování dešťoměrných podkladů

Pro řešení stokových sítí (návrh, posouzení, bilance) jsou rozhodující krátkodobé místní přívalové deště charakteristické vysokou intenzitou, malou povrchovou rozlohou a relativně krátkou dobou trvání.

Ze statických vyhodnocení vyplývá, že se vyskytují z více jak 90 % v letních měsících (další druhy srážek nejsou pro návrh stokových sítí směrodatné).

Průběhy dešťů zaznamenávají trvale instalované a v současné době stále častěji přenosné ombrografy (význam těchto zařízení roste v současné době zejména s aplikací moderních výpočtových postupů, založených na nestacionárním modelování průtoku odpadních vod po povrchu zájmového území i ve stokové síti, především v souvislosti s verifikací a kalibrací těchto modelů na konkrétních sítích). Intenzita se vyhodnocuje nejčastěji ze součtové čáry srážkové výšky – z ombrogramu.

Výsledkem a cílem zpracování dešťoměrných záznamů především pro jednodušší, dříve aplikované postupy (racionální metody – metody kritické srážky), je získání průkazných závislostí mezi intenzitou i , trváním t a periodicitou deště p . Vedle parametru intenzity deště se používá někdy termín vydatnost q , která se většinou udává v $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$, intenzita v rozměrových jednotkách za čas – např. $mm \cdot min^{-1}$. Ve skutečnosti se jedná o různý způsob kvantitativního vyjádření určitého deště.

Mimořádně cenným podkladovým materiálem v oblasti dešťoměrných údajů pro potřeby stokování zůstává studie „Intenzity krátkodobých dešťů v povodích Labe, Odry a Moravy“, kterou zpracoval J. Trupl, práce a studie VÚV Praha, 1958.

Tato studie zahrnuje výsledky zpracování dešťoměrných záznamů pro 98 stanic. Pro doby trvání 5 – 120 minut jsou uvedeny hodnoty intenzit pro periodicity $p = 5$ až $p = 0,05$ (v některých případech i nižší periodicity – $p = 0,025$ a další). [16]

4.2.2 Klasifikace zatěžovacích dešťů

4.2.2.1 Zatěžovací deště

V současné době se pod pojmem zatěžovací dešť většinou chápe každý dešť, který je aplikován při návrhu, posouzení, eventuálně i při řízení stokového systému. Jako rovnocenný termín je často užíván termín návrhový dešť. [16]

4.2.2.2 Blokové deště

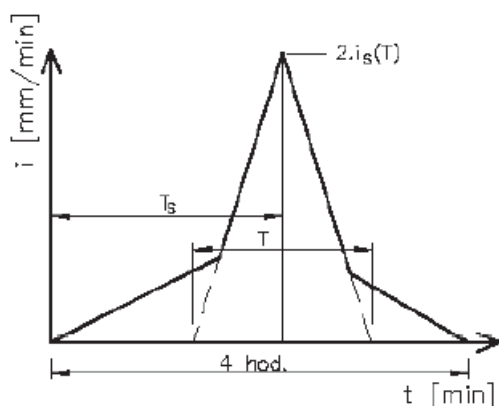
Tyto deště jsou odvozené ze sestupných náhradních řad srážkových intenzit. Deště mají konstantní intenzitu po celou deklarovanou dobu trvání. [16]

4.2.2.3 Syntetické deště

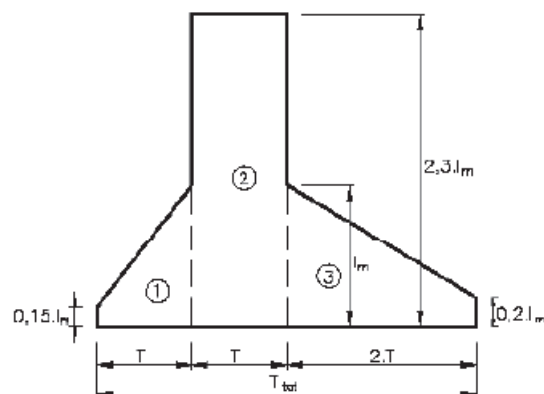
Jedná se o deště, odvozované nejčastěji z náhradních sestupných řad. Jejich plocha na záznamu většinou odpovídá úhrnu blokového deště pro danou lokalitu či území. Většinou

tedy vychází metodika tvorby deště z určité dané podoby sestupné náhradní řady a dešť odpovídá dané periodicitě. [16]

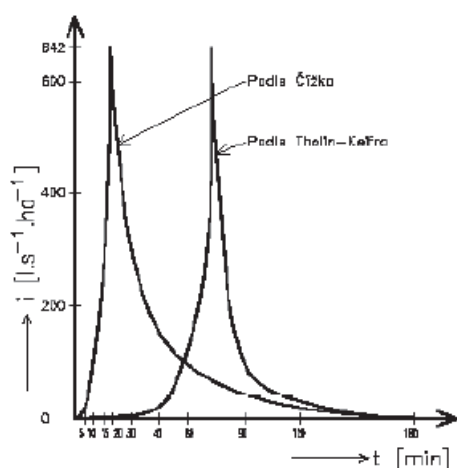
Některé příklady syntetických dešťů jsou uvedeny na obrázku 4-1.



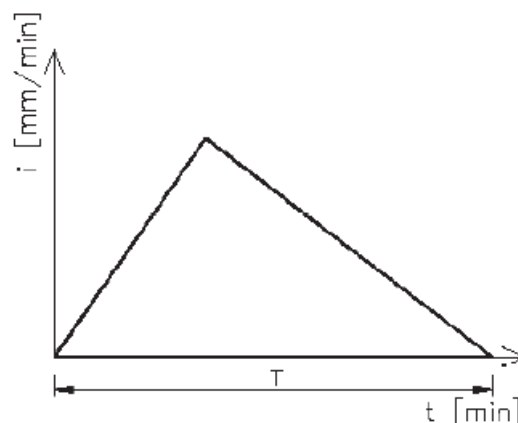
Desbordesův dešť



Šifaldův dešť



*Syntetický dešť podle
Čížka a Tholin – Keifra*



Yemův dešť

Obrázek 4-1 Příklady syntetického deště

4.2.2.4 Charakteristické deště

Deště, při jejichž zpracování nejsou aplikovány pouze statické postupy, ale i nové metodologické postupy. Výsledkem vyhodnocení jsou jednotlivé charakteristické srážky, vyšší formu představují tzv. dešťové katalogy. [16]

4.2.2.5 Historická dešťová řada

Dešťové události zaznamenané za určité měrné souvislé období a zařazené do dešťové řady na základě deklarovaných výběrových parametrů. Řady jsou v mnoha modelech aplikovány jako přímý vstup do simulačních modelů.

Pokud se vybírají pro některé specifické úlohy deště dle určitého stanoveného kritéria, můžeme označit vybranou řadu jako dešťovou sérii. [16]

4.2.2.6 Reálné deště

Jedná se o konkrétní deště měřené např. pomocí přenosných zařízení, pro potřeby verifikace a kalibrace modelů, zejména však jako vstupní parametr při řízení stokových systémů a prvků na nich v reálném čase. V případě systematického vyhodnocování v rámci souvislého měrného období mohou tvořit prvky řady dešťů. [16]

4.2.3 Prostá součtová metoda

Jedná se o nejjednodušší výpočtový postup. Při výpočtu se ve stokové síti uvažuje s ustáleným a rovnoměrným prouděním.

Aby bylo možné použít danou metodu, je nutné, aby byla plocha povodí do 200 ha nebo doba dotoku maximálně 15 minut. [14]

Sklon odvodňovaného území by měl být menší než 5 %.

Odvodňované území je nutné rozdělit do dílčích odvodňovaných ploch (dílčích povodí/okrsků). Jednotlivé okrsky se zakreslí do hydrotechnické situace což je patrné v příloze č. 3.1. Jednotlivé okrsky nesmí být delší než 100 m a jejich maximální plocha je 1 hektar. Největší dovolená vzdálenost, pro svod srážkových vod, od stokové sítě je 50 m.

Součinitel odtoku je parametr, který je běžně používán při aplikaci racionálních i dalších metod ve stokování. Je možné jej definovat jako poměr mezi přímým povrchovým odtokem a průměrnou intenzitou dané srážky nebo jako poměr mezi objemem odtoku a srážky za určitý časový interval. Je závislý na mnoha faktorech, především na typu povrchu daného území. [19]

V rámci návrhu jsou zpracovány vzorové hektary A a B o hodnotách součinitele odtoku 0,290 a 0,451. Hektary jsou patrné v příloze č. 3.2 a 3.3.

4.2.3.1 Maximální odtok dešťových vod $Q_{dešť}$

$$Q_{dešť} = \psi \cdot i \cdot A \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.6) [14]$$

kde

ψ ... součinitel odtoku [-]

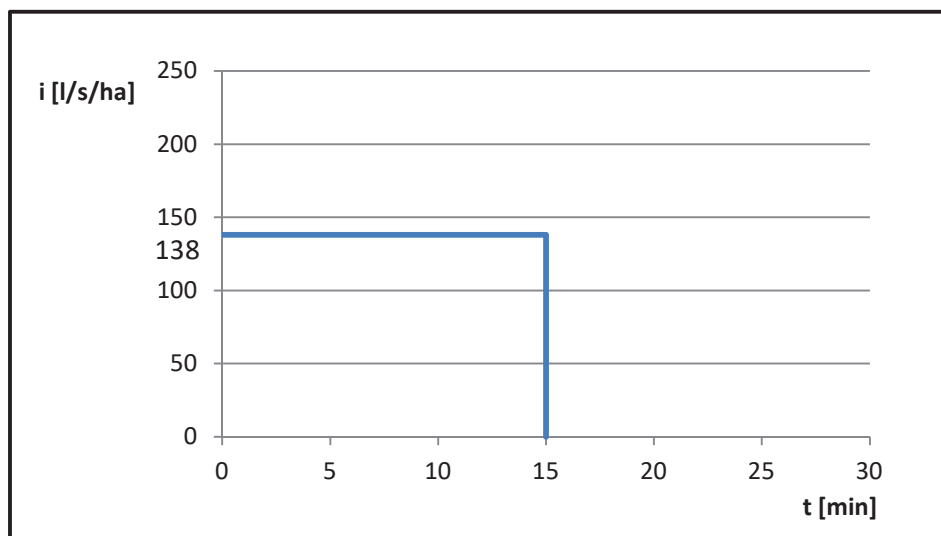
i ... intenzita směřodátného deště [$l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$]

A ... plocha dílčího povodí [ha]

$$Q_{dešť} = 838,72 l \cdot s^{-1}$$

4.2.3.2 Zatěžovací dešť

Pro návrh stokové sítě v obci Krahulov byl vybrán tzv. „blokový“ dešť, pro dešťoměrnou stanici města Třebíče. Jelikož je obec Krahulov od města Třebíče vzdálená méně než 10 km, předpokládáme v tomto projektu pro obě lokality stejnou vydatnost. Hodnota vydatnosti je brána z výše zmíněných intenzit, které zpracoval J. Trupl. Pro návrh byla zvolena periodičita návrhového deště $p = 1 rok^{-1}$ a doba trvání deště $t = 15 minut$. Návrhová intenzita je $138 l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$. Schéma blokového deště je znázorněno na obrázku 4-2.



Obrázek 4-2 Schéma blokového deště

4.2.4 Návrhový průtok Q_N

Pro posouzení jednotné stokové sítě v obci Krahulov byly pro výběr návrhového průtoku následující vztahy:

$$Q_h < 10\% \cdot Q_{dešť} \Rightarrow Q_N = Q_{dešť} \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.7) [30]$$

$$Q_h > 10\% \cdot Q_{dešť} \Rightarrow Q_N = Q_h + Q_{dešť} \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.8) [30]$$

$$Q_h > Q_{dešť} \Rightarrow Q_N = 2 \cdot Q_h \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.9) [30]$$

4.2.5 Výpočet maximálního přítoku na čistírnu za deště

Součinitel denní a hodinové nerovnoměrnosti byl stanoven dle počtu obyvatel v obci.

$PO = 269$ [os]	počet obyvatel	
$k_d = 1,5$ [-]	součinitel denní nerovnoměrnosti	[17]
$k_h = 4,63$ [-]	součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti	[17]
$m = 15$ [-]	poměr ředění	

Maximální přítok za deště vypočteme dle vztahů:

$$Q_h = PO \cdot q_{spec} \cdot k_h \cdot k_d \quad [m^3 \cdot hod^{-1}] \quad (4.10)$$

$$Q_B = 0,15 \cdot PO \cdot q_{spec} \quad [m^3 \cdot hod^{-1}] \quad (4.11)$$

$$Q_{zřed} = (1 + m) \cdot (Q_h + Q_B) \quad [l \cdot s^{-1}] \quad (4.12)$$

Po dosazení vstupních hodnot do rovnic 4.10, 4.11 a 4.12 dostaneme:

$$Q_h = 269 \cdot 98,63 \cdot 4,63 \cdot 1,5 / (24 \cdot 1000) = 7,68 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$$

$$Q_B = 0,15 \cdot 269 \cdot 98,63 / (24 \cdot 1000) = 0,17 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1}$$

$$Q_{zřed} = (1 + 15) \cdot (7,68 + 0,17) = 125,60 \text{ m}^3 \cdot \text{hod}^{-1} = 34,89 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$$

4.3 NÁVRH DIMENZE POTRUBÍ

Pro výpočet a návrh dimenze kruhového potrubí na stokové síti byly použity tyto vztahy:

$$r > h \quad \varphi = 2 \cdot \arccos \left(\frac{r-h}{r} \right) \quad (4.13) \quad [29]$$

$$r < h \quad \varphi = 2 \cdot \pi - \arccos \left(\frac{h-r}{r} \right) \quad (4.14) \quad [29]$$

$$S = \frac{r^2}{2} \cdot (\varphi - \sin \varphi) \quad (4.15) \quad [29]$$

$$O = \varphi \cdot r \quad (4.16) \quad [29]$$

$$R = \frac{S}{O} \quad (4.17) \quad [29]$$

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}} \quad (4.18) \quad [29]$$

$$v = C \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (4.19) \quad [29]$$

$$Q = v \cdot S \quad (4.20) \quad [29]$$

kde

r	... poloměr potrubí [m]
h	... výška plnění [m]
φ	... úhel mezi středem potrubí a hladinou [rad]
S	... průřezová plocha [m ²]
O	... omočený obvod [m]
D	... průměr potrubí [m]
R	... hydraulický poloměr [m]
C	... rychlostní součinitel dle Chézyho [m ^{0,5} ·s ⁻¹]
n	... součinitel drsnosti dle Manninga [-]
v	... průřezová rychlost [m·s ⁻¹]
I	... sklon potrubí [-]
Q	... průtok [m ³ ·s ⁻¹]

4.4 POSOUZENÍ DIMENZE POTRUBÍ

Pro navržené potrubí musíme posoudit níže zmíněné podmínky. Tyto podmínky musí vyhovět pro každý úsek na stokové síti.

4.4.1 Kapacitní průtok

$$Q_{kap} > Q_N \quad (4.21) \quad [30]$$

kde

Q_{kap}	... průtok při kapacitním plnění [m ³ ·s ⁻¹]
Q_N	... návrhový průtok [m ³ ·s ⁻¹]

4.4.2 Kapacitní rychlost

$$v_{max} > v_{kap} \quad (4.22) \quad [14]$$

kde

v_{max}	... maximální přípustná rychlost proudění [m·s ⁻¹]
v_{kap}	... rychlost při kapacitním plnění [m·s ⁻¹]

$$v_{max} = 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \dots \text{ pro potrubí z plastových materiálů}$$

$$v_{max} = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad \dots \text{ pro potrubí z kameninových trub}$$

4.4.3 Zanášení potrubí

$$U > U_{min} \quad (4.23) \quad [14]$$

$$U = \rho \cdot g \cdot R \cdot I \quad (4.24) \quad [14]$$

kde

U ... unášecí síla – tečné napětí [Pa]

U_{min} ... minimální unášecí síla – tečné napětí [Pa]

ρ ... hustota vody [$\text{kg} \cdot \text{m}^3$]

g ... tíhové zrychlení [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

R ... hydraulický poloměr [m]

I ... sklon potrubí [-]

$U_{min} = 3 \text{ Pa}$... pro potrubí z plastových materiálů

$U_{min} = 4 \text{ Pa}$... pro potrubí z ostatních materiálů

$\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$

$g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

4.4.4 Vznik provzdušněného proudu

Vznik provzdušněného proudu pro DN menší než 1000 uvažuji pro sklony větší než 35 ‰. V úsecích se sklony větší než 35 ‰ byla tato podmínka zohledněna. Pro zjednodušení byl vliv provzdušnění uvažován fiktivním navýšením průtoku o 10 %. To je patrné v příloze č. 6.2. Jednotlivé hodnoty průtoků však ve výše uvedené příloze nejsou uvedeny.

4.5 SOFTWARE SWMM

Pro posouzení byla navržena stoková síť v obci Krahulov zpracována i v simulačním modelu Storm Water Management Model (dále jen SWMM). Používá se na celém světě pro plánování, analýzu a návrh týkající se dešťového odtoku v kombinaci s odtokem splaškových vod a dalších odvodňovacích systémů v městských oblastech.

4.5.1 O programu SWMM

Program SWMM je hydrologický simulační model, který je v Severní Americe jedním z nejběžněji používaných modelů.

Simuluje povrchový odtok z charakteristik povrchu (sklon, nepropustné oblasti apod.) a tok v potrubí z charakteristik stokové sítě (sklon, průměr apod.). Je možné jej použít pro modelování splaškové, dešťové nebo jednotné stokové sítě. Může být spuštěn pro jednu událost, nebo pro dlouhodobé simulace odtokového množství odvodňovaných vod.

Byl vyvinutý americkou agenturou pro ochranu životního prostředí, tedy United States Environmental Protection Agency (dále jen EPA). [20]

EPA vznikla v důsledku zvýšeného zájmu o znečištění životního prostředí, byla založena 2. prosince 1970. [21]

SWMM dokáže pracovat s mnoha procesy odtoku z městských oblastí, například časově proměnné srážky, výpar stojatých vod, sněžení a tání sněhu, infiltrace srážek do nenasyčených půdních vrstev a další. [22]

4.5.2 Simulační model stokové sítě

Pro navrženou stokovou síť v obci Krahulov byl v programu SWMM vytvořen simulační model. Ten posuzuje novou stokovou síť, z toho důvodu nejsou potřebná žádná data pro kalibraci a verifikaci modelu.

Do modelu byla vložena informace o intenzitě blokového deště $i = 138 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ pro 15 minutový déšť.

Jednotlivé parametry šachet, úseků a odvodňovaných okrsků byly převzaty z návrhu prosté součtové metody. Vložené parametry šachet jsou nadmořská výška a hloubka dna šachty, případně hloubka odtoku a přítoku. Pro každý kanalizační úsek je nutné zadat délku, dimenzi, sklon a drsnost daného potrubí. Každému odvodňovanému okrsku zadáme plochu, která nepřesahuje 1 hektar. V poslední řadě je potřeba určit součinitel odtoku.

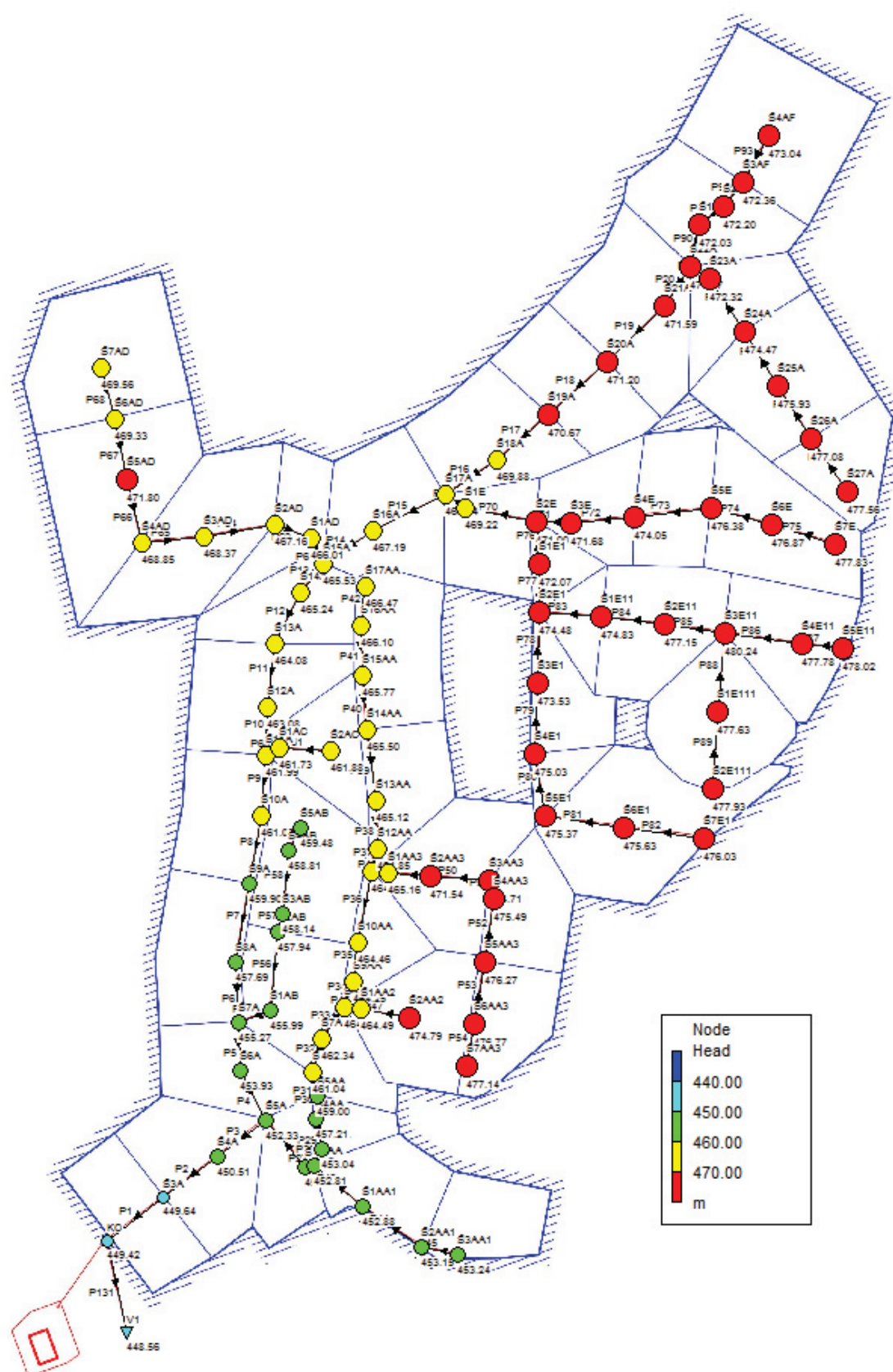
Trasování je ukončeno na výtoku do místního recipientu, tedy u výústního objektu. V modelu není možné počítat s odlehčovací komorou, proto se v místě odlehčovací komory předpokládá revizní šachta, která spojuje úsek před a za OK. Dále se v modelu předpokládá, že dimenze výústní stoky je stejná jako úsek před OK, tedy dimenze 800 mm.

Na obrázku 4-3 je vidět výstup ze simulačního modelu, kde jsou patrné odvodňované okrsky, popis šachet a úseků. Dále jsou z obrázku patrné nadmořské výšky kanalizačních poklopů. Na obrázcích 4-4 až 4-6 jsou vidět grafické výstupy se znázorněním plnění profilů, průtoků v potrubí a rychlosti proudění v potrubí. Na obrázku 4-7 je znázorněn podélný profil s vykreslením hladiny kmenové stoky A. Tyto výstupy znázorňují průtokové poměry v celé navržené síti, a to v čase největšího průtoku v odlehčovací komoře.

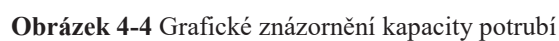
V tabulce 4-2 jsou vypsány průtoky a rychlosti proudění v potrubí.

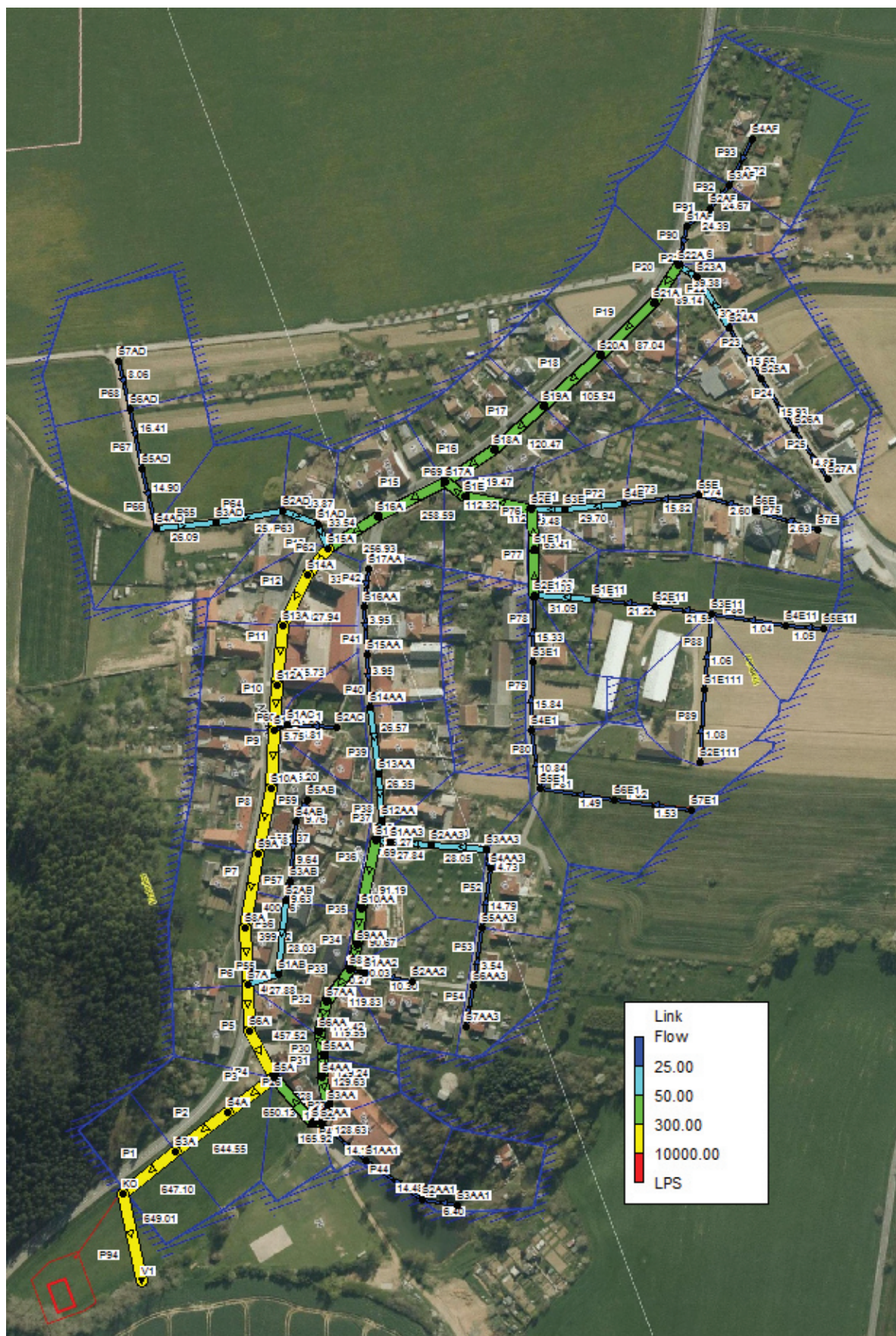
Z výsledku vyplývá, že průtok, který je vypočtený pomocí programu SWMM, je o $47,13 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ větší než při ručním výpočtu, což odpovídá asi 5% navýšení. I přes to však považujeme návrh za vyhovující.

4.5.3 Výstupy

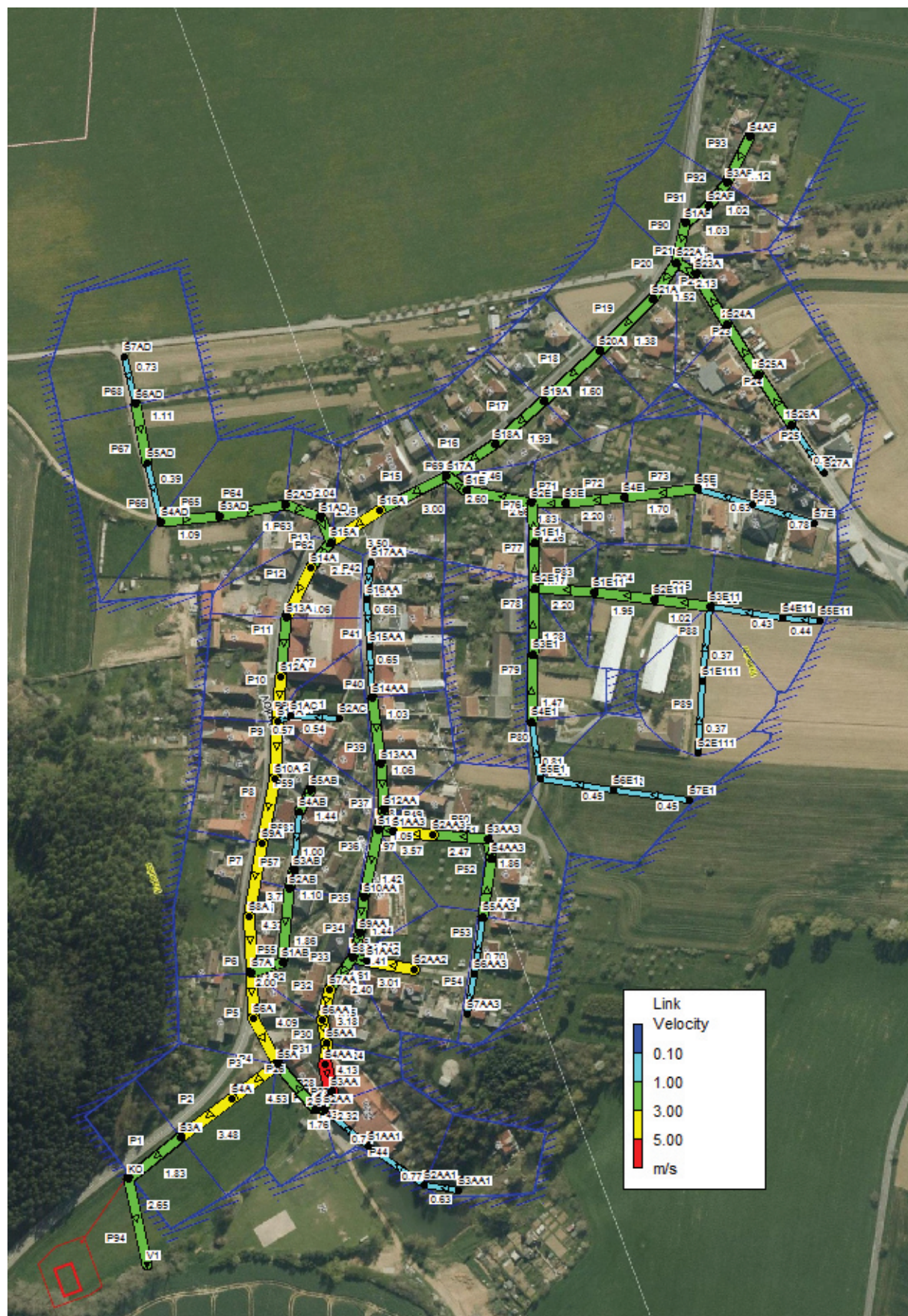


Obrázek 4-3 Grafické znázornění modelu s výškami poklopů

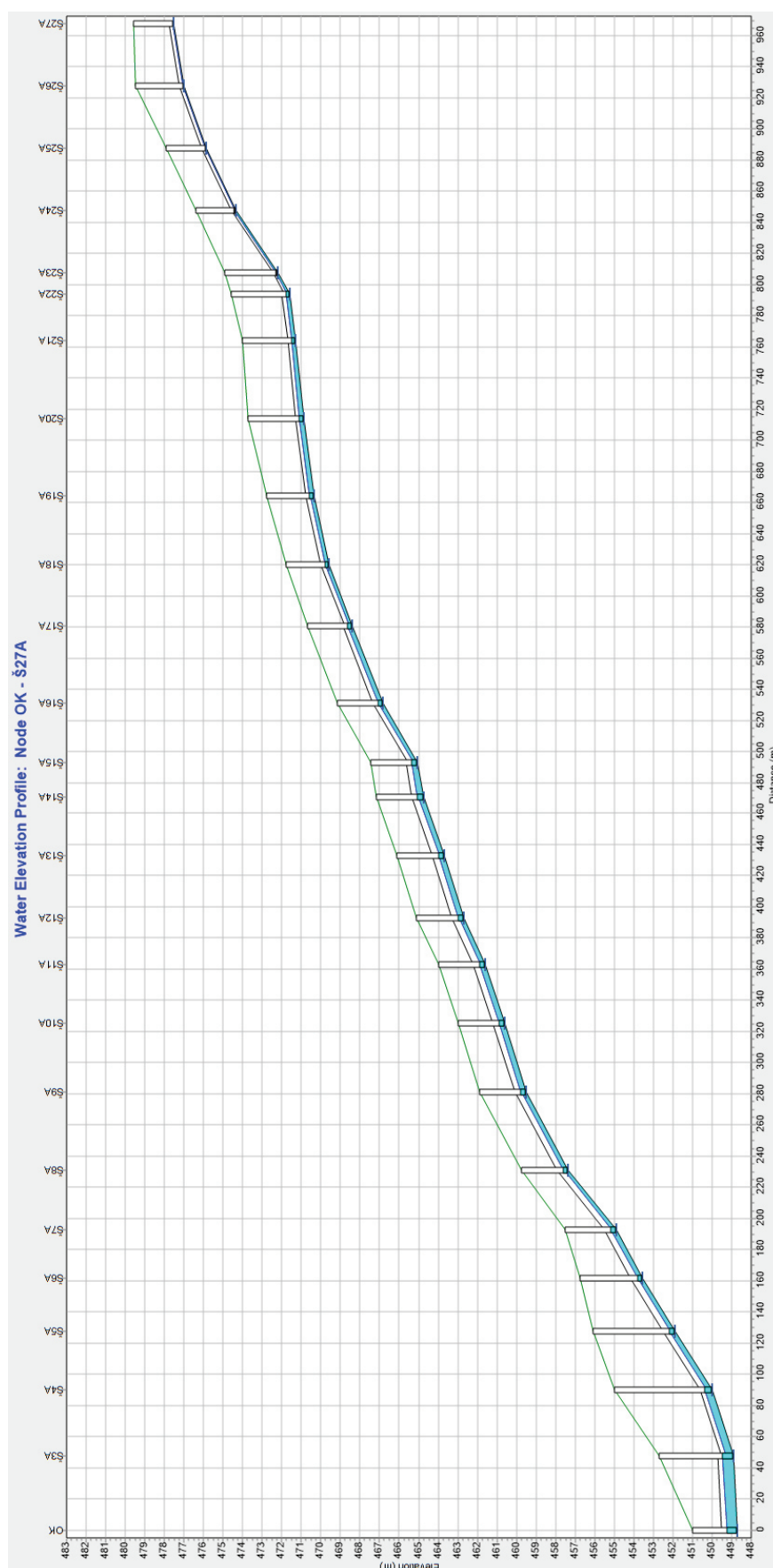




Obrázek 4-5 Grafické znázornění průtoků v potrubí



Obrázek 4-6 Grafické znázornění rychlosti proudění v potrubí



Obrázek 4-7 Podélný profil stoky A - grafické vykreslení hladiny v potrubí

Tabulka 4-2 Výpis průtokových poměrů z programu SWMM

STOKA	ČÍSLO ÚSEKU	MAX. PRŮTOK	MAX. RYCHLOST
[-]	[-]	[l·s ⁻¹]	[m·s ⁻¹]
A	P1	885,95	1,94
A	P2	968,43	3,71
A	P3	1373,07	5,21
A	P4	1244,29	5,19
A	P5	1261,50	4,86
A	P6	1243,92	5,80
A	P7	1265,49	4,84
A	P8	945,68	3,74
A	P9	988,03	3,80
A	P10	946,76	4,37
A	P11	963,64	3,67
A	P12	676,70	3,70
A	P13	687,90	2,64
A	P14	647,91	4,41
A	P15	656,59	3,67
A	P16	269,61	3,02
A	P17	272,24	2,35
A	P18	209,18	1,88
A	P19	186,24	1,65
A	P20	207,00	1,84
A	P21	123,47	2,73
A	P22	137,68	3,07
A	P23	97,07	2,55
A	P24	98,71	2,36
A	P25	66,37	1,56
AA	P26	375,36	2,50
AA	P27	376,87	2,05
AA	P28	317,88	2,82
AA	P29	666,43	8,11
AA	P30	666,44	6,09
AA	P31	487,92	6,01
AA	P32	488,66	4,45
AA	P33	748,80	4,18
AA	P34	181,47	1,65
AA	P35	181,21	1,72
AA	P36	185,62	1,73
AA	P37	84,30	1,39
AA	P38	82,96	1,53
AA	P39	87,74	1,55
AA	P40	57,56	1,35
AA	P41	59,66	1,37
AA	P42	62,08	1,60
AA-1	P43	44,31	1,06
AA-1	P44	43,41	1,07
AA-1	P45	45,42	1,10
AA-2	P46	140,09	3,11
AA-2	P47	227,41	7,11

STOKA	ČÍSLO ÚSEKU	MAX. PRŮTOK	MAX. RYCHLOST
[-]	[-]	[l·s ⁻¹]	[m·s ⁻¹]
AA-3	P48	121,16	2,80
AA-3	P49	170,46	5,86
AA-3	P50	172,25	3,91
AA-3	P51	81,39	2,97
AA-3	P52	82,17	1,97
AA-3	P53	61,65	1,54
AA-3	P54	61,65	1,53
AB	P55	113,37	2,83
AB	P56	115,24	2,87
AB	P57	72,83	1,84
AB	P58	73,54	1,81
AB	P59	118,51	2,76
AC	P60	39,98	0,95
AC	P61	39,86	1,01
AD	P62	200,90	3,18
AD	P63	205,78	3,13
AD	P64	95,30	2,19
AD	P65	96,17	1,49
AD	P66	39,58	0,52
AD	P67	116,68	1,83
AD	P68	51,77	1,20
AE	P69	398,25	3,47
AE	P70	402,23	3,63
AE	P71	107,46	2,53
AE	P72	139,63	3,35
AE	P73	127,09	3,05
AE	P74	44,04	1,41
AE	P75	44,04	1,76
AE-1	P76	156,94	2,82
AE-1	P77	159,02	2,13
AE-1	P78	87,96	2,03
AE-1	P79	104,58	2,44
AE-1	P80	54,43	1,22
AE-1	P81	26,41	1,05
AE-1	P82	26,41	1,06
AE-1-1	P83	140,26	3,12
AE-1-1	P84	54,63	2,58
AE-1-1	P85	55,94	1,29
AE-1-1	P86	17,61	1,01
AE-1-1	P87	17,61	1,00
AE-1-1-1	P88	17,61	0,86
AE-1-1-1	P89	17,61	1,06
AF	P90	52,85	1,21
AF	P91	53,16	1,23
AF	P92	52,67	1,22
AF	P93	88,45	2,01

4.6 SROVNÁNÍ VÝŠE POUŽITÝCH METOD

Z výše uvedené tabulky 4-2 a přílohy č. 6.2 je patrné, že přítok do odlehčovací komory se liší asi o $47,13 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$.

Software SWMM zahrnuje do výpočtů poměry infiltrace, výparu a další hodnoty. Z toho důvodu se nepředpokládá, že by byly výsledky totožné.

Návrh a výpočet v simulačním modelu SWMM byl proveden pouze k ověření, že jsou navržené profily vyhovující pro návrhový déšť. Jelikož se hodnoty liší asi o 5%, můžeme říci, že navržené dimenze potrubí vyhoví.

4.7 DOBA DOTOKU

Doba dotoku jednotlivých stok, od koncových úseků po jejich začátek, se liší, ale žádná stoka nedosáhne limitní hodnoty 15 min. Celkové časy se pohybují v rozmezí 0,23 min pro stoku AA-2 až 6,16 min pro kmenovou stoku A. Doba dotoku je hlavně závislá na celkové délce, sklonu a drsnosti dané stoky.

5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vypracování návrhu technického řešení odvodnění obce Krahulov gravitačním systémem jednotné stokové sítě a následné posouzení její proveditelnosti.

Pro návrh jsou vypracovány:

- Hydrotechnické výpočty,
- Podrobná situace,
- Hydrotechnická situace,
- Podrobný podélný profil kmenové stoky,
- Posouzení simulačním modelem v programu SWMM,
- Vzorové hektary a další přílohy

Jednotná, gravitační stoková síť byla navržena pro celou obec v celkové délce 3203,15 m. Jedná se o větvový stokový systém. Kmenová stoka A je vedena převážně v krajské komunikaci a její celková délka je 1017,50 m. Na tuto stoku jsou napojeny vedlejší stoky AA, AB, AC, AD, AE, AF. Na stoku AA jsou napojeny stoky AA-1, AA-2 a AA-3. Na stoku AE se napojuje stoka AE-1, tato stoka odvádí odpadní vody ze stok AE-1-1 a AE-1-1-1.

Při samotném trasování stokové sítě bylo nutné vyřešit souběhy a křížení se stávajícími inženýrskými sítěmi. Byla snaha o co možná nejmenší narušení těchto sítí, což se dle mého pohledu povedlo.

V situaci byly zaznačeny trasy kanalizačních přípojek, ty jsou však pouze předpokládány. Přesné vedení jejich tras by záleželo na domluvě s majiteli nemovitostí, případně dotčených pozemků.

Na trase byly dále navrženy kanalizační šachty, spadiště a dále uliční a horské vpusti.

Pro výpočet dešťových průtoků byla zvolena prostá součtová metoda. Na základě této metody výpočtu dešťových vod byly navrženy vyhovující profily potrubí pro všechny úseky.

Posouzení simulačním modelem v programu SWMM sloužilo pouze pro ověření navržených dimenzí. Výsledné hodnoty přítoku do odlehčovací komory se liší od ručního výpočtu asi o 5 %. Z důvodu návrhu nové sítě nebylo možné program kalibrovat, proto bylo po uvážení rozhodnuto ponechat navržené profily. Navržené dimenze potrubí jsou tedy vyhovující.

Závěrem bych pouze zmínil, že daný návrh vyhověl cílům této práce. Návrh může obci Krahulov posloužit pro realizaci gravitační jednotné stokové sítě k odvodnění daného území nebo alespoň jako předloha a podklad obci resp. autorizovanému projektantu k reálnému projektu.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] O obci Krahulov. *Obec Krahulov* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <http://www.krahulov.cz/o-obci.html>
- [2] Krahulov. *Wikipedia* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Krahulov>
- [3] Česká geologická služba: Geologická mapa 1:50 000. *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/
- [4] Česká geologická služba: Půdní mapa 1:50 000. *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/pudy/>
- [5] Českomoravská vrchovina. *Wikipedia* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Ceskomoravsk%C3%A11_vrchovina
- [6] Lokalita Krahulov. *Mapy.cz* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.8156542&y=49.2213420&z=13&source=muni&id=5396>
- [7] Geoprohlížeč. *Geoportál ČÚZK* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>
- [8] Obec Krahulov. *Regionální informační servis* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: <http://www.risy.cz/cs/vyhledavace/obce/scitani-lidu-domu-a-bytu-2011?zuj=550710>
- [9] QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 1971
- [10] Obec Krahulov. *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Kraje Vysočina* [online]. 2015 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://prvk.kr-vysocina.cz/karty-obci/550710-krahulov>
- [11] Technické podmínky navrhování stok. *Vodohospodářská zařízení II* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/8_podminky_navrhovani_stok.html
- [12] Katalog výrobce: Roura K2. *PVC ALFA s.r.o.* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <http://www.pcvalfa.cz/roury-4/>
- [13] Katalog výrobce: Trubní systémy z kameniny: KeraPro trouby. *STEINZEUG KERAMO* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: https://www.steinzeug-keramo.com/files/bro-oe-d_2016_10_01_fin_kl.pdf
- [14] ČSN 75 6101: *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 4/2012.
- [15] Vrtná prozkoumanost: Krahulov. *ArcGIS* [online]. [cit. 2017-04-16]. Dostupné z: <http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=272f83d36166418ca6dc424543ac913c>

- [16] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. *Stokování a čištění odpadních vod: Stokování* [online]. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2006, 274 s. [cit. 2017-04-29].
- [17] ČSN 75 6402: *Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel*. Praha: Český normalizační institut, 2/1998.
- [18] Metodická příručka: posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí [online]. Praha, 5/2009, 83 s. [cit. 2017-04-29].
- [19] MIČÍN, Jan a Radim MIFEK. *Hydrologie stokových sítí: Srážky*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2007, 188 s. [cit. 2017-04-29].
- [20] AUTIXIER, L. et al.: Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water, *Science of The Total Environment*, Volume 499, 15 November 2014, Pages 238-247, ISSN 0048-9697
- [21] History. *US EPA* [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/history>
- [22] ROSSMAN, Lewis A. *Storm Water Management Model: User's Manual Version 5.1* [online]. 2015, 352 s. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.innovyze.com/products/swmm/download/ZyPDF.pdf>
- [23] ČSN 73 6005: *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. Praha: Český normalizační institut, 9/1994.
- [24] Nahlížení do katastru nemovitostí: Vyhledat parcelu. *Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/VyberParcelu.aspx>
- [25] Betonová horská vpust' [online]. 2010 [cit. 2017-05-05]. Dostupné z: <https://vz-poruba.ostrava.cz/files/0e8976aab5298d5/14.pdf>
- [26] Foto: David Fučík
- [27] PETRŽÍLEK, Blahoslav a Eduard KOČÁREK. *ZÁKLADY GEOLOGIE*. Práce - Vydavatelství a nakladatelství ROH. Praha, 1959.
- [28] JANDORA, J., J. ŠULC. *Hydraulika*. Brno: University of technology, Faculty of Civil Engineering, Institut of Water Structures: FAST VUT v Brně, 2006. s. 178.
- [29] JANDORA, Jan, Vlastimil STARÁ a Miloš STARÝ. *Hydraulika a hydrologie*. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011.
- [30] Stokování - návrh stok: *návrh stokového systému, sanace stok, měření* [online]. In: . 2017 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://kzei.fsv.cvut.cz/pdf/HHZI_08.pdf

6.1 OSTATNÍ PODKLADY

Polohopisný mapový podklad

Výškopisný mapový podklad

Katastrální mapový podklad

Podklad stávající trasy plynovodu

Podklad stávající trasy vodovodu

Podklad stávající trasy elektrického vedení

Podklad stávající trasy sdělovacího vedení

SEZNAM TABULEK

Tabulka 2-1 Klimatické charakteristiky pro oblast MT4 [9]	16
Tabulka 2-2 Demografický vývoj počtu obyvatel [8]	16
Tabulka 3-1 Souhrnný výpis délek dle materiálu a dimenze pro celou stokovou síť	24
Tabulka 3-2 Výpis dotčených parcel [24]	25
Tabulka 3-3 Výpis typu poklopů	29
Tabulka 3-4 Souhrnný výpis šachet dle průměru pro celou stokovou síť	30
Tabulka 3-5 Výpis souřadnic lomových bodů	30
Tabulka 3-6 Výpis dešťových vpustí	33
Tabulka 4-1 Hodnoty maximální a minimální hodinové nerovnoměrnosti [17]	36
Tabulka 4-2 Výpis průtokových poměrů z programu SWMM	50

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1 Zájmová lokalita [6]	12
Obrázek 2-2 Českomoravská vrchovina [5]	13
Obrázek 2-3 Vrtná prozkoumanost [15]	14
Obrázek 2-4 Situace toku [7]	15
Obrázek 3-1 Předpokládaná trasa dešťové kanalizace [6]	17
Obrázek 3-2 Stávající výústní objekt [26]	18
Obrázek 3-3 Stávající výústní objekt [26]	18
Obrázek 3-4 Bezpečná vzdálenost dna výkopu od líce budovy [11]	27
Obrázek 4-1 Příklady syntetického deště	38
Obrázek 4-2 Schéma blokového deště	40
Obrázek 4-3 Grafické znázornění modelu s výškami poklopů	45
Obrázek 4-4 Grafické znázornění kapacity potrubí	46
Obrázek 4-5 Grafické znázornění průtoků v potrubí	47
Obrázek 4-6 Grafické znázornění rychlosti proudění v potrubí	48
Obrázek 4-7 Podélný profil stoky A - grafické vykreslení hladiny v potrubí	49

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

%	... procento
‰	... promile
°	... jednotka úhlu - stupeň
°C	... jednotka teploty – stupeň celsia
cm	... jednotka délky - centimetr
d	... vnější průměr plastového potrubí
DN	... jmenovitý vnitřní průměr potrubí [mm]
ha	... jednotka plochy – hektar
km	... jednotka délky - kilometr
km ²	... jednotka plochy – kilometr čtvereční
kN	... jednotka síly
kN·m ⁻²	... jednotka zatížení
l	... jednotka objemu - litr
mm	... jednotka délky - milimetr
m	... jednotka délky - metr
m ³	... jednotka objemu – metr krychlový
m n.m.	... metr nad mořem
s	... jednotka času - vteřina
t	... jednotka hmotnosti – tuna
a.s.	... akciová společnost
ALFA s.r.o.	... prodejce potrubí
arccos	... arkus kosinus
B&BC, a.s.	... výrobce betonových šachet
CCTV	... kamerový systém
ČOV	... čistírna odpadních vod
ČSN	... označení pro českou technickou normu
Keramo s.r.o	... prodejce potrubí
KeraPro	... typ kameninových trub
ks	... počet kusů
KT	... kameninová trouba
MT4	... klimatická oblast
OK	... odlehčovací komora

parc. č.	... parcelní číslo
PE	... polyethylen
PO	... počet obyvatel
PP	... polypropylen
PVC	... polyvinylchlorid
s.r.o.	... společnost s ručením omezeným
SDR	... standardní rozměrový poměr
S-JTSK	... systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
sin	... sinus
SN	... kruhová tuhost
SWMM	... storm water management model – simulační model
Š	... kanalizační šachta
tg	... tangens
U. S. EPA	... americká agentura pro ochranu životního prostředí
VO	... výústní objekt
VÚV	... výzkumný ústav vodohospodářský

A	... plocha dílčího povodí [ha]
C	... rychlostní součinitel dle Chézyho [$m^{0.5} \cdot s^{-1}$]
D	... průměr potrubí [m]
g	... tíhové zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]
h	... výška plnění [m]
H	... hloubka dna výkopu [m]
i	... intenzita směrodatného deště [$l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$]
I	... sklon potrubí [-]
k_d	... součinitel denní nerovnoměrnosti [-]
$k_{h,max}$... součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti [-]
$k_{h,min}$... součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti [-]
L	... bezpečná vzdálenost dna výkopu od líce budovy
m	... poměr ředění [-]
n	... součinitel drsnosti dle Manninga [-]
O	... omočený obvod [m]
p	... periodičita deště [rok^{-1}]
q_{spec}	... specifická produkce splaškových vod [$l \cdot os^{-1} \cdot den^{-1}$]
Q	... průtok vody [$m^3 \cdot s^{-1}$]

Q_B	... průměrný průtok balastních vod
$Q_{dešť}$... maximální průtok dešťových vod
Q_h	... maximální bezdeštný průtok splaškových vod
$Q_{h,max}$... maximální hodinový průtok splaškových vod
$Q_{h,min}$... maximální hodinový průtok splaškových vod
Q_{kap}	... průtok při kapacitním plnění
Q_N	... návrhový průtok
$Q_{zřed}$... maximální přítok na ČOV za deště
$Q_{24,m}$... průměrný denní průtok splaškových vod
r	... poloměr potrubí [m]
R	... hydraulický poloměr [m]
S	... průřezová plocha [m ²]
t	... doba trvání deště
U	... unášecí síla – tečné napětí [Pa]
U_{min}	... minimální unášecí síla – tečné napětí [Pa]
v	... průřezová rychlost [m·s ⁻¹]
v_{kap}	... rychlost při kapacitním plnění [m·s ⁻¹]
v_{max}	... maximální přípustná rychlost proudění [m·s ⁻¹]
v_N	... návrhová rychlost [m·s ⁻¹]
ψ	... součinitel odtoku [-]
φ	... úhel mezi středem potrubí a hladinou [rad]
ρ	... hustota vody [kg·m ³]
π	... konstanta - pí

SEZNAM PŘÍLOH

1. Situace širších vztahů 1:20 000
- 2.1 Podrobná situace jednotné stokové sítě – část 1 1:500
- 2.2 Podrobná situace jednotné stokové sítě – část 2 1:500
- 2.3 Podrobná situace jednotné stokové sítě – část 3 1:500
- 2.4 Podrobná situace jednotné stokové sítě – část 4 1:500
- 3.1 Hydrotechnická situace 1:2000
- 3.2 Vzorový hektar A 1:1000
- 3.3 Vzorový hektar B 1:1000
- 4.1 Podrobný podélný profil stoky A – část 1 1:500/100
- 4.2 Podrobný podélný profil stoky A – část 2 1:500/100
- 5.1A Vzorový příčný řez uložení potrubí PP
- 5.1B Vzorový příčný řez uložení potrubí z kameniny
- 5.2 Vzorový příčný řez revizní šachty DN 600
- 5.3 Vzorový příčný řez revizní šachty DN 1000
- 5.4 Vzorový příčný řez revizní šachty DN 1200
- 5.5 Vzorový příčný řez spadištěm DN 1000
- 5.6 Vzorový příčný řez uliční vpustí
- 5.7 Vzorový příčný řez horské vpustí
- 6.1 Výpis šachet
- 6.2 Výpočet průtoků
- 6.3 Výpočet proudění v úseku před odlehčovací komorou

SUMMARY

The aim of this bachelor thesis was the elaboration of a technical solution for the drainage of the village Krahulov using the gravity system of the unified sewer network and the subsequent assessment of its feasibility.

The following are developed for the proposal:

- Hydrotechnical calculations,
- Detailed situation,
- Hydrotechnical situation,
- Detailed longitudinal profile of the main sewer,
- Assessment of simulation model in SWMM,
- Sample hectares and other annexes

The combined gravity sewerage system was designed for the entire village with a total length of 3203.15 m. It is a branched sewer system. The main sewer A is predominantly located in the regional road and its total length is 1017.50 m. The sewers AA, AB, AC, AD, AE, AF. AA-1, AA-2 and AA-3 sewers are connected to the AA sewer. The AE-1 sewer is connected to the AE sewer, which drains wastewater from the sewers AE-1-1 and AE-1-1-1.

With the tracing sewer network itself it was necessary to resolve concurrences and crossings with existing engineering networks. It was an attempt to minimize the disruption of these networks, what in my view was successful.

In the situation the routes of sewerage connections have been marked but they are only assumed. The precise tracing of their routes would depend on the agreement with the landowners or the owners of the lands concerned.

To calculate the rainfall flow rates a simple summation method was chosen. Based on this rainwater calculation method suitable pipe profiles for all sections were designed.

The simulation model assessment in SWMM only served to verify the proposed dimensions. The resulting inflow value into the overflow differs from the manual calculation by about 5%. Because of the design of the new sewer network it was not possible to calibrate the program, so I decided to leave the proposed profiles. The proposed pipe dimensions are therefore suitable.

In conclusion I would just mention that the proposal has met the objectives of this thesis. The proposal can be used to implement the gravity single sewerage network for drainage of the given area or at least as a model and template for the municipality or for authorized designer to a real project.

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Jan Ručka, Ph.D.

Autor práce David Fučík

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav vodního hospodářství obcí

Studijní obor 3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby

Studijní program B3607 Stavební inženýrství

Název práce Návrh stokové sítě obce Krahulov

**Název práce
v anglickém
jazyce** Design of the Krahulov sewer network

Typ práce Bakalářská práce

Přidělovaný titul Bc.

Jazyk práce Čeština

**Datový formát
elektronické
verze** PDF

Abstrakt práce Tato bakalářská práce se zabývá návrhem technického řešení odvodnění obce Krahulov jednotnou stokovou sítí. První část práce popisuje zájmovou lokalitu. V další části se práce zabývá návrhem vhodných tras stokové sítě s ohledem na stávající inženýrské sítě. Dále jsou v práci zpracovány hydrotechnické výpočty, hydrotechnická situace odvodněného území a podrobný podélný profil kmenové stoky. Výsledný návrh může sloužit obci Krahulov jako předloha nebo jako předběžný návrh pro vypracování reálného projektu.

**Abstrakt práce
v anglickém
jazyce** This bachelor thesis deals with the design of a technical solution for drainage of the village Krahulov with a combined sewerage network. The first part describes the area of interest. In the next part of the thesis it deals with the design of suitable sewer network routes with respect to the existing engineering networks. The hydrotechnical calculations, the hydrotechnical situation of the dewatered area and

the detailed longitudinal profile of the main drains are elaborated. The resulting proposal can serve to a general proposal or as a preliminary draft for the preparation of a real project.

Klíčová slova

Krahulov, gravitační stoka, jednotná kanalizace, stoková síť, šachta, odpadní voda

**Klíčová slova
v anglickém
jazyce**

Krahulov, gravity sewer, combined sewerage system, sewer network, shaft, wastewater

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 6. 5. 2017



David Fučík
autor práce